



Instituto Politécnico de Coimbra

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Projectos de Instalações em Edifícios

Ângela Maria Pereira Veiga

Relatório de Estágio para obtenção do Grau de Mestre em Instalações e
Equipamentos em Edifícios

COIMBRA
Dezembro de 2010



Instituto Politécnico de Coimbra

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Projectos de Instalações em Edifícios

Orientador (es):

Doutor Paulo Pereirinha

Professor Coordenador, ISEC

Eng.º Filipe Lisboa

Compasso Ecológico

Ângela Maria Pereira Veiga

Relatório de Estágio para obtenção do Grau de Mestre em Instalações e
Equipamentos em Edifícios

COIMBRA
Dezembro de 2010

Agradecimentos

Durante todo o meu percurso no Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, várias foram as pessoas que me acompanharam e me incentivaram.

Os meus agradecimentos são dirigidos aos meus orientadores, Professor Doutor Paulo Pereirinha, pela orientação, dedicação, disponibilidade, interesse, incentivo e apoio dado ao longo da realização deste estágio, ao Engenheiro Filipe Lisboa pela disponibilidade e conhecimentos transmitidos, à Compasso Ecológico – Tecnologias Eco-eficientes para Edifícios Lda, pela oportunidade proporcionada e aos seus profissionais com quem trabalhei.

Ao Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, em especial os Departamentos de Engenharia Electrotécnica e de Engenharia Mecânica.

Aos Sócios da empresa, principalmente o Engenheiro Júlio Silva, pela oportunidade de realização deste estágio, pela disponibilidade, interesse, paciência para o melhor aproveitamento do estágio.

Às minhas queridas amigas, em especial à minha colega e amiga de longa data Izauda Monteiro pelo apoio e companheirismo ao longo da minha vida académica, a Irina Robalo, Nádia Gonçalves e Kathia Amarante pelo apoio, companheirismo e amizade e ao Gilberto Mendes pela força e apoio para continuar no estágio.

Aos meus pais e irmãos, pelo apoio ao longo da minha vida, acção e força transmitida e pelos conselhos e incentivos durante este estágio.

Um agradecimento especial à minha mãe, Alice Mendes Pereira, a razão da minha existência.

Ângela Veiga

Resumo

O presente relatório vem na sequência do trabalho desenvolvido durante aproximadamente nove meses no estágio efectuado na empresa **Compasso Ecológico – Tecnologias Eco-eficientes para Edifícios Lda**, Alcobaça, no âmbito do Mestrado em Instalações e Equipamentos em Edifícios do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. A **Compasso Ecológico** é uma empresa que tem por missão e área de actividade a realização de projectos de uma forma correcta e eficaz seguindo normas estabelecidas para que o projecto possa garantir conforto e segurança.

No decorrer do estágio foram realizados vários projectos, sendo alguns deles feitos em grupo, estimulando-se assim o espírito de trabalho de equipa que é uma característica essencial de qualquer engenheiro na sua vida de trabalho activa. Foi tida sempre uma participação activa em todas as actividades desenvolvidas na empresa, conseguindo-se assim estar sempre a par das inovações tecnológicas e aprofundar os conhecimentos adquiridos durante o percurso académico de uma forma prática.

As acções efectuadas durante o estágio, incidiram-se sobretudo na realização de projectos de Infra-estrutura de Telecomunicações em Edifícios (ITED), projectos de Instalações Eléctricas, projectos de Segurança Integrada, utilização do software Revit Mep para projectos de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC), realização de folhas de cálculo e vistorias às instalações.

Palavras – chave: Instalações Eléctricas; Infra-Estrutura de Telecomunicações em Edifícios –ITED; Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado – AVAC; Autocad; Revit Mep; Segurança Integrada; Vistorias às Instalações.

Abstract

This report is a result of the work developed for approximately nine months, during an internship program at the company Compasso Ecológico-*Eco-efficient technologies for buildings* located in Alcobaça, Portugal, accordingly to the Master in Building Services Engineering's program at the *Engineering Institute of Coimbra*. Compasso Ecológico is a company which mission and area of activity is the realization of engineering projects in a correct and effective manner according to the established norms, in a way that the project can ensure comfort and safety.

During the internship several projects were carried out, some of them by the Compasso Ecológico's group of employees, thus encouraging the teamwork spirit, an important feature in an engineer's working life. In all the company's executed activities there has always been an active participation, which allows the company to be well-informed of the technological innovations and also allows the deepening of the acquired knowledge during the academic life, in a practical manner.

The activities carried out during the internship focused mainly in the execution of projects for infrastructures for telecommunications in buildings (ITED), electrical installations, projects of integrated security, the use of Revit software for projects of heating, ventilation and air conditioning (HVAC), spreadsheets and facilities inspection.

Key – words: Electrical Installation; Infrastructure for telecommunications in buildings-ITED; Heating, Ventilation and Air Conditioning – HVAC; Autocad; Revit Mep; Integrated Security.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	v
Lista de Figuras	xiii
Lista de Tabelas	xv
Lista de documentos em anexo	xvii
Nomenclatura	xxi
1 Introdução	1
1.1 Objectivo	2
1.2 Organização	2
1.3 Apresentação da empresa de acolhimento	4
1.3.1 Historial	4
1.4 Trabalhos realizados	5
1.5 Trabalho de pesquisa	5
1.5.1 Manuais e regulamentos estudados/revistos	5
2 Infra - estruturas de Telecomunicações em Edifícios (ITED)	7
2.1 Constituição de um projecto de telecomunicações	8
2.2 Exemplo de projecto de uma moradia unifamiliar (anexo A1)	9
2.2.1 Constituição da moradia	9
2.2.2 Ramal de alimentação	10
2.2.3 Armário, espaços de alojamento de equipamentos	10
2.2.4 Rede de tubagem	11
2.2.5 Rede de cabos	12
2.2.6 Dispositivos terminais	12
2.3 Exemplo de projecto de telecomunicações de um prédio	13
2.3.1 Projecto de telecomunicações de prédio (anexo A3)	14
2.3.2 Ramal de alimentação	15
2.3.3 Armário, espaços de alojamento de equipamentos	15
2.3.4 Rede de tubagem	17
2.3.5 Rede de cabos	17
2.3.6 Dispositivos	19

3	Instalação eléctrica em edifícios	21
3.1	Princípios fundamentais	21
3.1.1	Concepção das instalações, protecção para garantir a segurança, selecção dos equipamentos eléctricos e execução e verificação das instalações	21
3.2	Projectos realizados	22
3.3	Exemplo de projecto de um prédio (anexo B1)	23
3.3.1	Constituição do prédio	23
3.3.2	Classificação quanto à utilização	23
3.3.3	Classificação dos espaços	24
3.3.4	Alimentação	24
3.3.5	Quadro de coluna	24
3.3.6	Quadro eléctrico	26
3.3.7	Contadores	26
3.3.8	Iluminação	26
3.3.9	Tomadas	26
3.3.10	Protecção mecânica	27
3.3.11	Métodos de referência	28
3.3.12	Cabos	28
3.3.13	Dimensionamento de condutores	29
3.3.14	Dimensionamento dos condutores nas colunas	29
3.3.15	Interruptor/disjuntor diferencial	31
3.3.16	Dimensionamento dos interruptores	31
3.4	Exemplo de projecto de um edifício de consultores de informática (anexo B3)	31
3.4.1	Constituição do edifício	31
3.4.2	Classificação quanto à utilização	31
3.4.3	Classificação dos espaços	31
3.4.4	Alimentação	32
3.4.5	Quadro eléctrico	32
3.4.6	Contadores	32
3.4.7	Iluminação	32
3.4.8	Tomadas	32
3.4.9	Protecção mecânica	32
3.4.10	Métodos de referência	33
3.4.11	Cabos	33
4	Segurança contra incêndio	35

4.1	Exemplo de projecto do edifício de equipamentos cultural (anexo C1)	36
4.1.1	Dificuldades na realização do projecto	36
4.1.2	Caracterização do edifício	36
4.1.3	Classificação dos locais ao risco de incêndio	36
4.1.4	Condições exteriores	37
4.1.5	Limite à propagação do incêndio pelo exterior	38
4.1.6	Disponibilidade de água	39
4.1.7	Resistência ao fogo de elementos estruturais e incorporados	39
4.1.8	Isolamento e protecção das vias de evacuação	40
4.1.9	Reacção ao fogo de materiais	40
4.1.10	Outras situações	41
4.1.11	Dimensionamento dos caminhos de evacuação e saídas	42
4.1.12	Instalações técnicas	42
4.1.13	Equipamentos e sistemas de segurança	42
4.1.14	Detecção, alarme e alerta	43
4.1.15	Meios de intervenção	46
4.1.16	Videovigilância	47
4.1.17	Detecção de intrusão	48
4.2	Projecto de uma moradia + clínica (anexo C3)	48
4.2.1	Caracterização do edifício	48
4.2.2	Classificação dos locais ao risco de incêndio	49
4.2.3	Condições exteriores	49
4.2.4	Limite à propagação do incêndio pelo exterior	50
4.2.5	Disponibilidade de água	50
4.2.6	Resistência ao fogo de elementos estruturais e incorporados	50
4.2.7	Isolamento e protecção das vias de evacuação	51
4.2.8	Reacção ao fogo de materiais	52
4.2.9	Outras situações	53
4.2.10	Dimensionamento dos caminhos de evacuação e saídas	54
4.2.11	Instalações técnicas	54
4.2.12	Equipamentos e Sistemas de Segurança	54
4.2.13	Detecção, alarme e alerta	55
4.2.14	Meios de intervenção	56
4.2.15	Videovigilância	56
4.2.16	Detecção de intrusão	57
5	Autodesk Revit Mep	59
5.1	Aplicação na Compasso Ecológico	60

5.2	Exemplo de aplicação do software	60
5.2.1	Rede aérea	61
6	Folha de cálculo da corrente admissível (Iz)	63
6.1	Dificuldades	63
6.1.1	Passos seguidos para realização da folha de cálculo	63
7	Vistorias às instalações	65
7.1	Vistoria à moradia	65
7.2	Vistoria à fábrica	66
8	Conclusões	67
	Referências	69
	Anexos (Só em formato digital)	71
Anexos		1
Anexos A	Projectos de telecomunicações	2
Anexo A1	Projecto de telecomunicações de moradia unifamiliar	3
Anexo A2	Quadro de dimensionamento	4
Anexo A3	Projecto de telecomunicações de um prédio	5
Anexo A4	Níveis nas tomadas	6
Anexo A5	Quadros de dimensionamento	7
Anexo A6	Mapa de quantidade	8
Anexos B	Projectos de instalações eléctricas	9
Anexo B1	Projecto de instalações eléctricas de um prédio	10
Anexo B2	Folha de cálculo	11
Anexo B3	Projecto de instalações eléctricas de um edifício	12
Anexo B4	Folha de cálculo	13
Anexo B5	Mapa de quantidade	14
Anexos C	Projectos de segurança contra incêndio	15
Anexo C1	Projecto de segurança contra incêndio de um edifício cultural	16
Anexo C2	Características técnicas dos equipamentos	17
Anexo C3	Projecto de segurança contra incêndio de um edifício residencial	18
Anexo C4	Características técnicas dos equipamentos	19
Anexo C5	Mapa de quantidade	20

Anexos D	Software Revit MEP	21
Anexo D1	Estrutura dos edifícios em revit MEP	22
Anexo D2	Estrutura dos edifícios em revit MEP	23
Anexo D3	Estrutura dos edifícios em revit MEP	24
Anexo E	Folha de cálculo da corrente admissível (I_z)	25

Lista de Figuras

Figura 2.1	Armário de telecomunicação individual	11
Figura 3.1	Quadro de coluna do edifício	25
Figura 4.1	Hidrantes	39
Figura 4.2	Pictograma de saída	43
Figura 4.3	Bloco autónomo	43
Figura 4.4	Bloco autónomo incluindo pictograma	43
Figura 4.5	Botoneira	44
Figura 4.6	Detector óptico	45
Figura 4.7	Central detecção	46
Figura 4.8	Extintor	47

Lista de Tabelas

Tabela 4.1.	Cálculo do efectivo do edifício	37
Tabela 5.1.	Características do apartamento	60
Tabela 5.2.	Caudais de ar novo a insuflar	61

Lista de documentos em anexo

(Só em formato digital)

Anexos

Anexos A – Projectos de telecomunicações

Anexo A1 – Projecto de telecomunicações de moradia unifamiliar

- Ficha técnica
- Implantação da rede de tubagens sótão
- Implantação da rede de tubagens piso 0
- Esquema da rede de tubagens
- Esquema da rede de cabos de pares de cobre
- Esquema da rede de cabos coaxiais
- Esquema da instalação eléctrica e da ligação à terra de protecção
- Simbologia

Anexo A2 - Quadro de dimensionamento

Anexo A3 – Projecto de telecomunicações de um prédio

- Ficha técnica
- Implantação da rede de tubagens [piso tipo]
- Implantação da rede de tubagens [piso 0]
- Implantação da rede de tubagens [cobertura]
- Esquemas das redes de tubagens
- Esquemas das redes de cabos coaxiais
- Esquemas das redes de cabos de pares de cobre
- Esquema da instalação eléctrica e da ligação à terra de protecção
- Simbologia

Anexo A4 - Níveis nas tomadas

Anexo A5 – Quadros de dimensionamento

- Fichas dos RG-PC
- Quadro dos cabos coaxiais – CATV
- Quadro dos cabos coaxiais – MATV
- Quadro dos cabos de pares de cobre

- Quadro das tubagens

Anexo A6 - Mapa de quantidade

Anexos B – Projectos de instalações eléctricas

Anexo B1 – Projecto de instalações eléctricas de um prédio

- Ficha electrotécnica
- Instalações colectivas e entradas e classificação dos locais [piso tipo]
- Instalações colectivas e entradas e classificação dos locais [piso 0]
- Instalações colectivas e entradas e classificação dos locais [cobertura]
- Iluminação normal e de segurança [piso tipo]
- Iluminação normal e de segurança [piso 0]
- Iluminação normal e de segurança [cobertura]
- Tomadas e alimentação de equipamentos específicos [piso tipo]
- Tomadas e alimentação de equipamentos específicos [piso 0]
- Tomadas e alimentação de equipamentos específicos [cobertura]
- Diagrama de quadro
- Quadro e caixas de colunas
- Quadro de entrada dos apartamentos e quadro de cobertura
- Quadros dos espaços comerciais e quadro de serviços comuns

Anexo B2 - Folha de cálculo

Anexo B3 – Projecto de instalações eléctricas de um edifício

- Ficha electrotécnica
- Caminho de cabos [piso 0]
- Caminho de cabos [piso 1]
- Caminho de cabos [piso -1]
- Instalações colectivas e entradas e classificação dos locais [piso 0]
- Instalações colectivas e entradas e classificação dos locais [piso 1]
- Instalações colectivas e entradas e classificação dos locais [piso -1]
- Iluminação normal e de segurança [piso 0]
- Iluminação normal e de segurança [piso 1]
- Iluminação normal e de segurança [piso -1]
- Tomadas normais [piso 0]
- Tomadas normais [piso 1]

- Tomadas normais [piso -1]
- Tomadas socorridas [piso 0]
- Tomadas socorridas [piso 1]
- Tomadas socorridas [piso -1]
- Diagrama de quadro
- Quadro de entrada e parciais (iluminação/tomadas normais)
- Quadro geral e parciais (tomadas socorridas)
- Simbologia geral

Anexo B4 - Folha de cálculo

Anexo B5 - Mapa de quantidade

Anexos C – Projectos de segurança contra incêndio

Anexo C1 – Projecto de segurança contra incêndio de um edifício cultural

- Ficha de segurança contra incêndio
- Iluminação de emergência, dispositivos de combate a incêndios, caminhos de evacuação e sinalética
- Caminhos de cabos
- Detecção de incêndio – dispositivos
- Videovigilância – dispositivos
- Detecção de intrusão – dispositivos
- Planta de emergência
- Placas

Anexo C2 - Características técnicas dos equipamentos

Anexo C3 – Projecto de segurança contra incêndio de um edifício residencial

- Ficha de segurança contra incêndio
- Caminhos de evacuação e identificação dos espaços – piso 0 e piso-1
- Identificação dos espaços – piso 1 e piso 2
- Iluminação de emergência, dispositivos de combate a incêndios e sinalética – piso 0 e piso -1
- Iluminação de emergência, dispositivos de combate a incêndios e sinalética – piso 1
- Detecção de incêndio – piso 0 e piso -1
- Detecção de incêndio – piso 1 e piso 2

- Esquema de detecção de incêndio
- Videovigilância – piso 0
- Detecção de intrusão – dispositivos-piso 0 e piso 1
- Esquema de detecção de intrusão
- Planta de emergência
- Placas

Anexo C4 - Características técnicas dos equipamentos

Anexo C5 - Mapa de quantidade

Anexos D – Software Revit MEP

Anexo D1 – Estrutura dos edifícios em revit MEP

- Planta
- Estrutura completa da moradia
- Espaços a climatizar
- Espaços a climatizar
- Canalizações e equipamentos
- Canalizações piso 5
- Canalizações sótão
- Corte 1
- Corte 2

Anexo D2 - Estrutura dos edifícios em revit MEP

- Armazém
- Corte 1
- Corte 2

Anexo D3 - Estrutura dos edifícios em revit MEP

- Estrutura da moradia
- Corte 1
- Corte 2

Anexo E - Folha de cálculo da corrente admissível - Iz

Nomenclatura

Abreviaturas

ANET	Associação Nacional de Engenheiros Técnicos
ATE	Armário de Telecomunicações do Edifício
ATI	Armário de Telecomunicações Individual
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BGT	Barramento Geral de Terra
BIM	Modelação de Informação do Edifício
CDI	Central de Detecção de Incêndio
CEMU	Caixa de Entrada de Moradia Unifamiliar
CV	Câmara de Visita
DDC	Dispositivo Derivador de Cliente
DDE	Dispositivo de Distribuição de Corte e Ensaio
DDS	Dispositivo de Distribuição Simples
ETI	Espaço de Telecomunicações Inferior
ETS	Espaço de Telecomunicações Superior
ITED	Infra-estrutura de Telecomunicações em Edifícios
NQ	Nível de Qualidade
PAT	Passagem Aérea de Topo
PC	Pares de Cobre
QE	Quadro de Entrada
RCCTE	Reg. das Características de Comportamento Térmico de Edifícios
RESP	Rede Eléctrica de Serviço Público
RG	Repartidor Geral
RG-CC	Repartidor Geral de Cabos Coaxiais
RG-PC	Repartidor Geral de Pares de Cobre
RSECE	Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização de Edifícios
TC	Tap do Cliente
TM	Tomada Mista

TRS	Tensão Reduzida de Segurança
UTAN	Unidade de Tratamento de Ar Novo
UTP	Unshielded Twisted Pair
ZAP	Zona de Acesso Privilegiada

Letras e símbolos

CC	Cabo coaxial
G6	Caixa de passagem
I3	Caixa de passagem
IB	Corrente de serviço
<i>IK</i>	Índice de protecção contra acções mecânicas
<i>IP</i>	Índice de protecção contra penetração de corpos
L	Comprimento
PE	Polietileno
PEAD	Polietileno de alta densidade
PVC	Policloreto de vinilo
Q	Caudal circulante [m ³ /h]
RG6	Cabo coaxial
Rph	Número de renovações horárias do ar interior
S	Secção
Sc	Secção do cabo
U0	Tensão simples
V	Volume [m ³]
ΔU	Queda de tensão

1 Introdução

O 2º ano curricular do Mestrado em Instalações de Equipamentos em Edifícios, para além de 4 unidades curriculares no 1º semestre, inclui também a realização de um projecto, ou de uma dissertação, ou de um estágio numa empresa com vista à aquisição de conhecimentos sobre aspectos de cariz mais prático (trabalho numa empresa), tendo como base a motivação de uma integração futura mais fácil no mercado de trabalho. Nesse sentido surgiu a oportunidade da realização de um estágio na empresa Compasso Ecológico – Tecnologias Eco-eficientes para Edifícios Lda, situada em Alcobaça. Este relatório é o resultado de experiências adquiridas na empresa Compasso Ecológico durante o período do estágio, que tem como principal objectivo a obtenção do grau de Mestre. As potencialidades que um estágio curricular pode proporcionar são enormes, sobretudo se esta for a primeira abordagem com o mundo laboral.

Durante o estágio, o conceito de instalações em edifícios torna-se mais clara uma vez que se tem o contacto com situações práticas de conceitos leccionados durante o curso.

Dentro dos projectos desenvolvidos na Compasso Ecológico destacam-se os seguintes:

- Instalações eléctricas;
- Comunicações;
- Águas e esgotos;
- Estabilidade estrutural;
- Segurança integrada;
- AVAC;

No decorrer do estágio foram realizados projectos de Instalações Eléctricas, Comunicações, utilização do software Revit Mep para projectos de AVAC e Segurança Integrada, o que proporcionou um acompanhamento próximo dos trabalhos efectuados diariamente na empresa e uma interacção positiva com os seus intervenientes.

1.1 Objectivo

O estágio na Compasso Ecológico teve como principais objectivos a transposição dos conhecimentos adquiridos ao longo da Licenciatura em Engenharia Electromecânica e do Mestrado em Instalações de Equipamentos em Edifícios, para o contexto profissional obter novos conhecimentos e aprofundar os conhecimentos adquiridos durante a vida académica.

Além dos objectivos supramencionados, a realização do estágio tinha também como motivação a integração no mundo de trabalho, bem como a aquisição de métodos de trabalho de uma empresa de projectos como a Compasso Ecológico.

Para atingir os objectivos mencionados foi criado o seguinte plano de trabalho:

- Análise de projectos já realizados pela entidade de acolhimento;
- Consulta de documentação técnica;
- Optimização de ferramentas de cálculo;
- Colaboração em projectos de engenharia;
- Acompanhamento de obra.

1.2 Organização

Este relatório é composto por 8 capítulos, sendo cada capítulo é dedicado a um tipo de projecto realizado. Começa-se com uma pequena introdução à temática respectiva, com o resumo das prescrições e regras a cumprir, bem como o processo de cálculo utilizado.

No capítulo 1, é feita uma introdução, apresentando os objectivos do estágio, funções desenvolvidas pela empresa Compasso Ecológico e apresenta-se o historial da empresa.

No capítulo 2, apresenta-se a lista dos projectos ITED, realizados, apresentando-se de forma mais detalhada os projectos de uma moradia unifamiliar e de um prédio.

No capítulo 3, apresenta-se uma lista detalhada dos projectos de instalações eléctricas realizados. É apresentado um projecto de um prédio e de um edifício de escritórios (apresenta-se todos os cálculos e os passos dados para realização dos cálculos e do projecto).

No capítulo 4, apresentam-se dois projectos de segurança contra incêndio onde se caracterizam os espaços quanto à utilização, tipo e categorias de risco e conforme estas classificações são apresentadas as condições e os materiais necessários para manter o espaço seguro.

No capítulo 5, apresenta-se um resumo explicando a funcionalidade do programa Revit Mep.

No capítulo 6, apresenta-se um pequeno resumo sobre uma folha de cálculo para o cálculo da corrente admissível (I_z), onde automaticamente se calcula a secção do cabo e se dimensionam as protecções bem como o cálculo da queda de tensão num cabo.

No capítulo 7, apresentam-se as tarefas realizadas durante uma vistoria e qual a sua finalidade.

No capítulo 8, apresentam-se as conclusões do estágio.

Por fim, nos anexos apresenta-se as plantas, os esquemas dos projectos, as folhas de cálculo e quadros de dimensionamentos.

1.3 Apresentação da empresa de acolhimento

A Compasso Ecológico



1.3.1 Historial

Inicialmente, o Engenheiro Júlio Silva, um dos sócios da empresa, depois do término da licenciatura, em 2006 começou a trabalhar numa Empresa de Instalação Eléctrica. Neste mesmo ano foi fundado a JS Engenharia onde ele realizava projectos como profissional liberal. Em 2008 tornou-se um Empresário em nome individual.

Em Julho de 2009 foi fundada a Compasso Ecológico, empresa com sede em Alcobaça, cujas actividades estão centradas na realização de projectos.

A equipa da Compasso Ecológico é constituída por 7 engenheiros, dos quais 4 são sócios da empresa, e 2 estagiários, sendo 4 electromecânicos, 2 civis e um electrotécnico. Tem ainda alguns funcionários técnicos e administrativos.

A Compasso Ecológico realiza projectos não só para Portugal mas também alguns projectos para Angola.

Desde a sua fundação que a Compasso Ecológico não tem medido esforços para a satisfação dos seus clientes e o reconhecimento deste esforço é o crescimento que a empresa tem seguido, visto que passou a realizar projectos não só em Leiria como também em outros locais nacionais, tendo começado a realizar projectos para Angola em Maio de 2010.

1.4 Trabalhos realizados

As principais tarefas realizadas no estágio consistem nas seguintes:

- Conhecer a empresa e o seu funcionamento;
- Estudos de manuais e Decretos – Leis;
- Revisão do Autocad;
- Estudo dos métodos utilizados na empresa para realização de projectos;
- Aprender/Relembrar a dobragem de projectos;
- Realização de projectos de comunicações (peças desenhadas)
- Realização de projectos de instalação eléctrica (peças desenhadas);
- Realização das peças escritas dos projectos;
- Visitas a obras para vistorias;
- Estudo do software Revit Mep para realização de projectos de AVAC futuros;
- Realização de folhas de cálculo da corrente admissível (Iz), protecção e secção do cabo;
- Realização de projectos de segurança integrada.

1.5 Trabalho de pesquisa

Numa primeira fase do estágio começou-se com estudos de diversos manuais e regulamentos aplicados em determinadas áreas na empresa para o correcto desenvolvimento do estágio. Apresentam-se seguidamente os principais:

1.5.1 Manuais e regulamentos estudados/revistos

Manual ITED- Estabelece o regime jurídico de instalação das infra-estruturas de telecomunicações em edifícios e respectivas ligações às redes públicas de telecomunicações, bem como o regime da actividade de certificação das instalações e avaliação de conformidade de equipamentos, materiais e infra-estrutura;

Guia Técnico das Instalações Eléctricas/ Regras Técnicas de Baixa Tensão

Estabelece regras para realização de um projecto de Instalação Eléctrica;

Decreto-lei nº 79/2006- Estabelece regras que obrigam os profissionais a entrarem em linha de conta com a eficiência térmica dos materiais, os consumos de energia, calor gerado, conduzindo à alteração significativa do projecto;

Decreto-lei nº 80/2006- Estabelece regras para limitar o consumo energético máximo dos edifícios de habitação e incentivar a introdução de energias renováveis, melhorar a eficiência energética e controlar a qualidade do ar interior dos edifícios;

Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) aprovado pelo Decreto – Lei nº 79/2006, de 4 de Abril;

Regulamento das Características de Comportamento Térmico em Edifícios (RCCTE) aprovado pelo Decreto-Lei nº 80/2006, 4 de Abril.

Decreto-lei nº 220/2008- Estabelece o regime jurídico de segurança contra incêndio em edifícios (RJ-SCIE).

2 Infra - estruturas de Telecomunicações em Edifícios (ITED)

Foram realizados vários projectos, nomeadamente projectos de moradias unifamiliares, projectos de prédios e participação nos projectos de estabelecimentos industriais, projectos estes que foram realizados de acordo com o manual de ITED de 1ª edição¹.

De seguida apresenta-se uma lista de projectos realizados:

- *Hotel Rural* – O hotel rural foi um projecto encontrado já na fase final e foram feitas algumas medições e também cálculo do pé direito².

- *Casa Raquel e Jorge, Moradia Serra Mangues, Apartamento Sé, Apartamento Sousa, Casa António Bernardino, Moradia da Calçada dos Mestres* – Realização completa do projecto de telecomunicações;

- *Sede CPS* – trata-se de um estabelecimento industrial onde os projectos realizados foram:
 - Telecomunicações;
 - Instalação Eléctrica;

- *Talatona* – Realização de projectos de:
 - Telecomunicações;
 - Instalação Eléctrica;

- *Costa do Sol* - Realização de projectos de:
 - Telecomunicações;
 - Instalação Eléctrica;

¹ Na altura da realização dos projectos, a empresa Compasso Ecológico realizava os projectos baseado no manual de 1ª edição.

² Pé-direito – distância entre o pavimento e o tecto

2.1 Constituição de um projecto de telecomunicações

Um projecto de telecomunicações é constituído pelos seguintes elementos:

Ficha Técnica

Peças Escritas

- Termo de Responsabilidade do Autor
- Cópias dos documentos do Autor (Bilhete de identidade, Cartão de contribuinte fiscal e licença de projectista)
- Memória Descritiva e Justificativa
- Condições Técnicas

Peças Desenhadas

- Instalação da Rede de Tubagens
- Esquema da Rede de Tubagens
- Esquema da Rede de Pares de Cobre
- Esquema da Rede de Cabos Coaxiais (CATV e MATV)
- Esquema de Ligação à Terra
- Simbologia

Anexos

- Cálculo de nível de sinal
- Quadros de Dimensionamento
- Declaração da ANET

2.2 Exemplo de projecto de uma moradia unifamiliar (anexo A1)

A presente memória descritiva e justificativa tem como objectivo apresentar e fundamentar as soluções técnicas tidas como adequadas, de modo que, quando conjugada com as restantes peças que integram este relatório, possa conduzir à clara interpretação deste relatório. Durante as aulas de licenciatura e do mestrado foram realizados alguns projectos de telecomunicações o que proporcionou alguma experiência em projectos. Contudo durante a realização deste projecto deparou-se com algumas dificuldades, nomeadamente o cálculo de nível de sinal através do software CADited/itur, o correcto desenho das canalizações, desenho de ligação à terra de protecção, adaptação às regras utilizadas pela empresa para fazer os desenhos etc. Essas dificuldades foram facilmente ultrapassadas através de uma participação activa nos projectos realizados.

No âmbito dos projectos de ITED, para além do estudo inicial acerca das mesmas, as actividades desenvolvidas estiveram focadas, sobretudo, em instalações em edifícios residenciais.

A realização dos projectos ITED resume-se em:

- Localização das tomadas de pares de cobre e tomadas coaxiais;
- Escolha e localização dos equipamentos;
- Esquemas de ligação;
- Dimensionamento dos tubos;
- Esquema da rede de tubagem;
- Esquema de pares de cobre e coaxial;
- Cálculo de nível do sinal;
- Peças escritas (memoria descritiva, e condições técnicas).

2.2.1 Constituição da moradia

A moradia é constituída por um piso 0 e sótão. O piso 0 é composto por um quarto, uma suite, uma cozinha, uma sala de estar, uma sala de refeição, hall, uma lavandaria e instalações sanitárias. O sótão é composto por um quarto e arrumos, (ver peças desenhadas 001 e 002 do anexo A1).

2.2.2 Ramal de alimentação

A ligação das fronteiras às redes públicas de telecomunicações será uma ligação subterrânea com uma profundidade mínima de *0,6 m*. A ligação será feita através de uma caixa de visita (CV) que ligará à caixa de entrada da moradia unifamiliar (CEMU), ligação esta que será feita por 2 tubos de diâmetro 50 mm [1,2,3].

2.2.3 Armário, espaços de alojamento de equipamentos

2.2.3.1 Caixa de entrada de telecomunicações (CEMU)

Caixa destinada a alojamento de dispositivos de derivação e transição, esta caixa faz a transição entre as redes públicas de telecomunicações e a rede individual de cabos. A CEMU deverá ser localizada no limite da propriedade a uma altura que permita o acesso fácil dos operadores das redes públicas de telecomunicações [1,2,3].

2.2.3.2 Armário de telecomunicações individual (ATI)

O ATI é destinado a armazenamento de equipamentos activos e passivos, e é constituído por:

- 2 Zonas, uma acessível ao cliente e outra não acessível que serve para salvaguardar as ligações do DDC e do TC;
- Barramento de terra;
- Deve ter uma tomada de energia de 230V, e é interligado ao quadro da fracção autónoma;
- 1 Tomada com terra [1,2,3].

A localização do ATI será logo à entrada perto do quadro de energia eléctrica da moradia, onde estes são interligados por um tubo com diâmetro nunca inferior a 20 mm e deverá ficar a uma altura de 1,5 m do pavimento [1,2,3].



Figura 2.1 -Armário de telecomunicações individual

2.2.3.3 Caixas

As caixas utilizadas serão caixas de aparelhagem (I1) e caixas de passagem (I2 e I3). A caixa I1 será instalada a uma altura de 30 cm do pavimento. As caixas de passagem serão instaladas a uma altura de 2,25 m do pavimento [1,2,3].

2.2.4 Rede de tubagem

Os tipos de tubos utilizados serão conforme as suas localizações. Para tubos enterradas serão utilizados tubos do tipo PEAD ou com características equivalentes, para tubos embebidos serão utilizados tubos do tipo VD, ERM, etc ou com características equivalentes.

O cálculo do diâmetro dos tubos deverá seguir a seguinte expressão:

$$D_{\text{Tubo}} \geq 1,8 \times \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2} \quad (2.1)$$

Onde:

D_{Tubo} – diâmetro mínimo do tubo que se pretende calcular, em mm;

d_1, d_2, d_n – diâmetro de cada cabo em mm;

n – número de cabos a utilizar.

O resultado obtido será arredondado para o diâmetro superior conforme o diâmetro comercial. Os diâmetros calculados encontram-se nas peças desenhadas 001, 002, 003 do anexo A1.

2.2.4.1 Passagem aérea de topo - PAT

A PAT é sempre obrigatória independentemente da existência de sistemas de antenas. A interligação do ATI com as antenas será através de 2 tubos de diâmetro 40 mm [1,2,3].

2.2.5 Rede de cabos

A moradia unifamiliar será constituída por duas redes de cabos:

- Redes de pares de cobre (PC), constituída por 4 pares de cobre do tipo *UTP*, categoria 6 e classe de ligação E;
- Redes cabo coaxial (CC) de categoria *TCD-C-H*.

2.2.5.1 Rede individual de cabos de pares de cobre

A distribuição dos cabos segue uma distribuição em estrela e será feita a partir do dispositivo de derivação do cliente (DDC) [1,2,3].

2.2.5.2 Rede individual de cabos coaxiais

A distribuição dos cabos segue uma distribuição em estrela e será feita a partir do TAP do cliente (TC) [1,2,3].

O cálculo do nível de sinal nas tomadas foi calculado através do programa CADited/itur para uma frequência de 750 MHz e encontra-se na peça desenhada 005 do anexo A1.

2.2.6 Dispositivos terminais

Os dispositivos terminais a utilizar nas ITED são os seguintes:

- Para tomadas de pares de cobre são utilizadas tomadas RJ45, tomadas de 8 contactos;
- Tomada para TV e rádio;
- Tomada para TV e dados;
- Tomada para TV, rádio e satélite;

- Tomadas mistas ou de espelho comum (mais aconselhável devido a fácil instalação e melhor estética).

Estes dispositivos terminais serão distribuídos de modo a mantê-los o mais afastado possível do calor e da humidade, principalmente nas instalações sanitárias e cozinha.

O quadro de dimensionamento da moradia está apresentado no anexo A2.

2.3 Exemplo de projecto de telecomunicações de um prédio

Um dos maiores projectos realizado durante o estágio foi o projecto Talatona. Trata-se de um condomínio fechado constituído por 5 edifícios. Foi o primeiro projecto realizado pela empresa para Angola. Dos 5 blocos, 4 são constituídos por 10 pisos (dois constituídas por moradias e espaços comerciais e dois constituído por moradias e garagens) e o último é constituído por 4 pisos (apenas moradias).

Para o projecto Talatona era necessário realizar os seguintes projectos parciais:

- Comunicações;
- Instalação Eléctrica;
- Segurança Integrada;
- Gás;
- Águas e Esgotos.

Outro dos grandes projectos foi o da Costa do Sol. A Costa do Sol é constituído por 14 blocos mas para cada bloco a realização do projecto é separada. Mas, por enquanto só foram dados 3 blocos para a realização de projectos, sendo os seguintes:

- Comunicações;
- Instalação Eléctrica;
- Segurança Integrada;
- Gás;
- Águas e Esgotos.

Nos dois projectos foram realizados os projectos de telecomunicações e instalação eléctrica dos blocos contando com a supervisão do orientador e de alguns engenheiros da empresa.

Talatona foi o primeiro projecto grande, o que se traduziu num grande desafio pois as dificuldades eram muitas, principalmente no projecto de instalação eléctrica devido à sua dimensão. No entanto, este desafio veio a revelar-se vantajosa, pois ganhou-se prática e desenvolveu-se a capacidade de ultrapassar dificuldades. Isto notou-se, sobretudo a quando da realização do projecto de Costa do sol, pois este foi feito de forma rápida e sem grandes dificuldades.

2.3.1 Projecto de telecomunicações de um prédio (anexo A3)

Neste projecto foram aplicados os regulamentos em vigor em Portugal, uma vez que em Angola não existem nenhuns regulamentos para projectos de telecomunicações e instalações eléctricas. No entanto, embora tenham sido aplicados os regulamentos portugueses, esses foram adaptados às condições existentes em Angola.

2.3.1.1 Dificuldades na realização do projecto

Durante a realização deste projecto as dificuldades foram as seguintes:

- Dimensionamento das caixas de coluna para cabos de pares de cobre e cabos coaxiais;
- Dimensionamento do repartidor geral;
- Dimensionamento de cabos coaxiais e de pares de cobre da coluna montante;
- Desenho do esquema de ligação à terra.

2.3.1.2 Constituição do prédio

Este projecto é constituído por 3 blocos, sendo estes praticamente iguais, por isso apresenta-se apenas do bloco1. O bloco 1 é constituído pelos seguintes espaços:

O Piso 0 é composto por dois espaços comerciais, uma sala de condóminos, uma zona técnica e hall de entrada;

Por sua vez, os pisos 1 a 10 são compostos por 50 apartamentos, sendo cada piso composto por 5 apartamentos (um apartamento do tipo T3, dois apartamentos do tipo T2 e dois apartamentos do tipo T1).

Os apartamentos são constituídos da seguinte forma:

O apartamento T3 é constituído por uma Suite, dois quartos, zona de estar, zona de jantar e uma cozinha;

O apartamento T2 é constituído por uma suite, um quarto, uma cozinha, zona de estar e zona de jantar;

O apartamento T1 é constituído por um quarto, uma cozinha, zona de estar e zona de jantar.

2.3.2 Ramal de alimentação

A ligação das fronteiras às redes públicas de telecomunicações será uma ligação subterrânea com uma profundidade mínima de 0,6 m. A ligação será feita através de uma caixa de visita (CV) que ligará ao armário de telecomunicações do edifício (ATE), ligação esta que será feita por 3 tubos de diâmetro 90 mm [1,2,3].

2.3.3 Armário, espaços de alojamento de equipamentos

2.3.3.1 Armário de telecomunicações do edifício (ATE)

Constituído por:

- Caixas do tipo C, por bastidor ou por armário encastrado na parede;
- Barramento Geral de Terras (BGT) onde se vão ligar as terras de protecção das ITED, este barramento é interligado ao Barramento Geral do Edifício;
- 4 Tomadas com terra, ligadas a um circuito de energia proveniente do quadro eléctrico geral do edifício;

Deve ter dimensões suficientes para alojar no mínimo 4 redes de operadores de telecomunicações e deve disponibilizar circuitos de 230 V AC [1,2,3].

O ATE deve ser colocado num espaço comum ou na sala técnica [1,2,3] e no piso 0. Neste caso o ATE será colocado na sala técnica e é constituído por duas caixas do tipo C que será dimensionado mais à frente ou seja no dimensionamento das caixas do ATE. Através do ATE serão alimentadas as caixas de coluna que por sua vez irão alimentar os ATI.

2.3.3.2 Armário de telecomunicações individual (ATI)

Ver o ponto 2.2.3.2.

2.3.3.3 Caixas

Caixa de rede colectiva

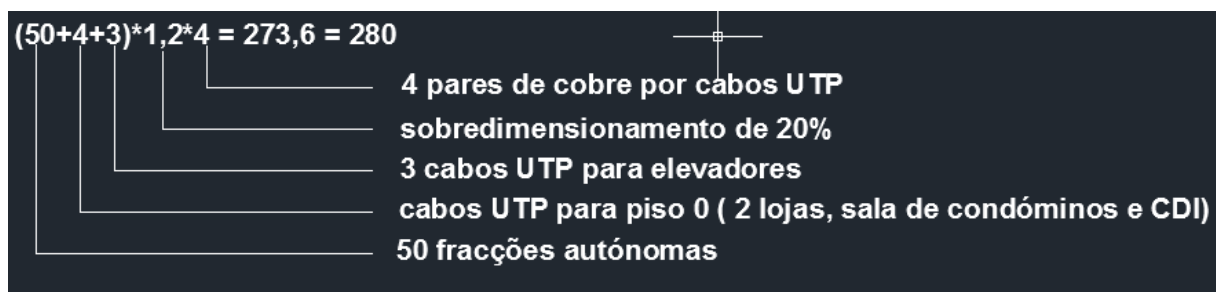
Serão utilizadas caixas de coluna do tipo C, caixas estas colocadas em todos os pisos nas zonas colectivas do edifício e o seu acesso deve ser directo. A sua instalação deve ser tal que o seu topo esteja uma altura de 2,5 m do pavimento, para pé-direito superiores a 3 m, ou a 0,5 m do tecto para pé-direito inferiores a 3 m [1,2,3].

Caixa de rede individual

Ver o ponto 2.2.3.3.

2.3.3.4 Dimensionamento das caixas do ATE

O tipo de caixa depende do número de pares de cobre distribuídos.



Para 280 pares de cabos pares de cobre distribuído o ATEinf será constituído por caixa C4 e para cabos coaxiais será uma caixa C3, ou seja o ATEinf será constituído por uma caixa C4 e uma C3 como se pode ver na peça desenhada 004 do anexo A3.

O nº de ligações possíveis no primário do RG-PC é *1,5 vezes* o nº de ligações possíveis no secundário [1,2,3]. Logo tem-se um primário com *420 ligações possíveis*.

Na peça desenhada 004 do anexo A3 tem-se o tipo de caixa em cada piso. Todas as caixas da rede colectiva de tubagem deverão ser identificadas com a palavra

“Telecomunicações” e deverão possuir a indicação do tipo de cabo que se encontra no seu interior como:

PC- Pares de cobre

CC- Cabo coaxial

As caixas localizadas nas colunas montantes, para além da palavra ‘Telecomunicações’, são identificadas por uma frequência alfanumérica de pelo menos 5 dígitos:

- Dígitos à esquerda identificam o tipo de tecnologia (PC ou CF);
- Segue-se uma barra de separação (/);
- Os dígitos da direita identificam o andar em que as caixas se localizam;
- A existência de um sinal menos (-) indica a existência de caves;

Se existir mais do que uma coluna montante, depois de dois algarismos finais haverá uma barra (/) e uma letra do alfabeto que identifica a coluna montante.

2.3.4 Rede de tubagem

2.3.4.1 Rede colectiva de tubagem

A rede colectiva de tubagem é constituída por pelo menos 2 colunas montantes: uma coluna destina-se à passagem de cabos de pares de cobre e a outra à passagem de cabos coaxiais. Cada uma das colunas montantes será constituída por 2 condutas, sendo no mínimo uma de reserva. A rede colectiva de tubagens é limitada a montante pela tubagem da entrada subterrânea, inclusive, e a jusante pelo ATI [1,2,3].

Passagem aérea de topo – PAT

A interligação do ATE com as antenas será feita por 2 tubos com diâmetro 50 mm.

2.3.4.2 Rede individual de tubagem

Ver o ponto 2.2.4.

Os diâmetros calculados encontram-se nas peças desenhadas 001, 002, 003 e 004 do anexo A3.

2.3.5 Rede de cabos

O prédio será constituído por duas redes de cabos:

- Redes de pares de cobre (PC), constituída por 4 pares de cobre do tipo *UTP*, categoria 6 e classe de ligação E;
- Redes de cabo coaxial (CC) de categoria *TCD-C-H* [1,2,3].

2.3.5.1 Rede colectiva de cabos

Serve vários clientes, limitada a montante pelos Repartidores Gerais (RG), e a jusante pelos primários do Dispositivo de Derivação de Cliente (DDC) ou Tap de Cliente (TC) [1,2,3].

2.3.5.2 Rede individual de cabos

Limitada a montante pelos primários do Dispositivo Derivador do Cliente (DDC) ou Tap do Cliente (TC), inclusive, e a jusante pelas tomadas de cliente, esta é destinada a servir um só cliente visto que o DDC e o TC estão localizados no ATI [1,2,3].

2.3.5.3 Cálculo de nível

O cálculo de nível será considerado para uma frequência de 750 MHz. Para o cálculo do nível de sinal utiliza-se normalmente o programa **CADiteditur** 2010 da TEKA principalmente quando se trata de uma moradia unifamiliar mas para projectos complexos como este, o cálculo do nível de sinal será feito pela Televés.

O nível de sinal nas primeiras 28 tomadas para diferentes frequências está apresentado no anexo A4. O nível mínimo de sinal nas 354 tomadas será de 63,5 dB para 60 Mhz e 62,34 dB para 750 Mhz. O nível máximo será de 70,18 dB para 60 Mhz e 70,08 para 750 Mhz.

A título de exemplo, os quadros de dimensionamentos para os primeiros pares (1 a 36) e últimos terminais (pares 192 a 240) encontram-se apresentados no anexo A5.

2.3.6 Dispositivos

2.3.6.1 Dispositivo de derivação de cliente (DDC)

Dispositivo através do qual faz a transição entre rede individual e rede colectiva de pares de cobre, situado no interior do ATI. Constituído por 2 painéis de interligação, num deles termina a rede colectiva e no outro inicia a rede individual de pares de cobre [1,2,3].

2.3.6.2 TAP de cliente

Dispositivo através do qual se faz a transição entre rede individual e rede colectiva de cabos coaxial. Estão situados no interior do ATI [1,2,3].

2.3.6.3 Repartidor geral de par de cobre RG-PC

Dispositivo que faz a interligação dos cabos de pares de cobre dos diversos operadores, à rede de cabos de pares de cobre do edifício.

Composto por:

Primário – onde se vão ligar os cabos de entrada dos vários operadores, constituído por DDS ou DDE, sendo que os primários localizam-se normalmente do lado esquerdo do RG-PC.

Secundário – onde se liga a rede do edifício, constituído por DDE [1,2,3].

2.3.6.4 Repartidor geral de cabo coaxial – RG-CC

Faz a interligação dos cabos coaxiais dos diversos operadores, à rede de distribuição em cabo coaxial do edifício. Em edifícios com 4 ou mais fracções autónomas por piso deverão existir dois RG-CC estando normalmente um no ATESUP e outro no ATEINF [1,2,3].

3 Instalação eléctrica em edifícios

O projecto de instalação eléctrica deve ser concebida de modo a oferecer condições seguras de funcionamento para as pessoas, e para que se possa oferecer estas condições o projecto de instalações eléctricas deve cumprir 4 princípios fundamentais a seguir mencionados.

3.1 Princípios fundamentais

3.1.1 Concepção das instalações, protecção para garantir a segurança, selecção dos equipamentos eléctricos e execução e verificação das instalações

- Nenhuma instalação poderá oferecer condições seguras de funcionamento se não for bem concebida [6].
- Se for estruturalmente bem concebida e não for dotada de todas as protecções que se impõem, a instalação não pode, igualmente, cumprir a sua função de modo seguro [6].
- Os equipamentos a usar não realizarão um bom desempenho se não forem seleccionados entre os que oferecem garantia de qualidade [6].
- As instalações podem cumprir os 3 princípios acima mencionados, mas elas não desempenharão a sua missão se não forem executadas correctamente e verificadas de seguida, para se confirmar que cumprem todos os preceitos regulamentares garantes da sua funcionalidade e segurança [6].

3.2 Projectos realizados

Um projecto de instalação eléctrica é constituído por:

Ficha electrotécnica

Peças escritas

- Termo de responsabilidade do autor
- Cópias dos documentos do autor (Bilhete de identidade e Cartão de contribuinte fiscal)
- Memória descritiva e justificativa
- Condições técnicas

Peças desenhadas

- Planta de localização
- Classificação dos espaços
- Iluminação normal e de segurança
- Tomada e alimentação dos equipamentos
- Quadros
- Simbologia

Anexos

- Quadro de dimensionamento
- Declaração de ANET

Durante o estágio foram realizados vários projectos de Instalações Eléctricas, como por exemplo o projecto de um prédio, de moradias unifamiliares, de um Edifício de Serviços, e participação nos projectos de estabelecimentos industriais, etc.

Lista de projectos realizados:

- *Casa Tozé e Natacha, Casa MTC, Casa Béltico, Casa Miguel, Cerci Peniche, Geladaria, quarteirão das Artes, Talatona, Costa do Sol* – Realização completa do projecto de instalação eléctrica.
- *Loja B* – Realização do projecto de instalação eléctrica desta loja para aumento de potência.
- *Sede CPS* – é um estabelecimento industrial onde os projectos realizados foram:
 - Comunicações;
 - Instalação eléctrica;

3.3 Exemplo de projecto de um prédio (anexo B1)

Este projecto segue as Regras Técnicas de Baixa Tensão. Os projectos de instalações eléctricas em edifícios são constituídos por:

- Classificação dos locais quanto a influências externas;
- Esquemas de iluminação;
- Esquemas de tomadas;
- Localização e escolha dos equipamentos (caixas de derivação, quadro eléctrico etc.);
- Dimensionamento dos cabos e das protecções;
- Dimensionamento dos tubos;
- Esquemas dos quadros eléctricos;
- Esquemas de ligação à terra;
- Peças escritas (memoria descritiva, e condições técnicas).

3.3.1 Constituição do prédio

Este prédio é o mesmo utilizado para o projecto de telecomunicações, cuja constituição se pode ver no ponto **2.3.1.2**.

3.3.2 Classificação quanto à utilização

Quanto à utilização, este edifício residencial - prédio, destina-se a **Locais de Habitação**. Existirão também 2 **Estabelecimentos Recebendo Público** do tipo **Comercial** [5].

3.3.3 Classificação dos espaços

A classificação dos locais permite seleccionar equipamentos eléctricos conforme as influências externas de cada espaço [5], e encontra-se representado nas peças desenhadas 001, 002 e 003 do anexo B1

3.3.4 Alimentação

O Edifício residencial – o prédio será alimentado em baixa tensão através de um posto de transformação como se pode ver na peça desenhada 002 do anexo B1.

3.3.5 Quadro de coluna

Colocado na zona técnica, do quadro de colunas saem as ligações para os quadros de serviços comuns (QSC), quadros de entrada de cada espaço comercial e as caixas de colunas.

3.3.5.1 Dimensionamento do quadro de colunas

Para o dimensionamento do quadro de colunas começou-se por calcular a potência total.

- Potência por Apartamentos = 10,35 kVA [5,6];
- Potência para Quadro de Serviços Comuns = 34,5 kVA;
- Potência para Loja 1 = 20,7 kVA;
- Potência para Loja 2 = 13,8 kVA;

Tem-se 50 apartamentos pelo que se toma o factor de simultaneidade = 0,34 [5,6].

Potência do bloco = $10,35 \times 50 \times 0,34 + 34,5 + 20,7 + 13,8 = 244,95 \text{ kVA} \approx 250 \text{ kVA}$.

$$IB = \frac{S \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (3.1)$$

Onde:

IB – corrente de serviço, A

S – potência em kVA

U – tensão em V

Corrente IB para 250 kVA = 362 A.

Caixa de corte geral

Para a corrente de 362 A, será uma caixa de corte geral do tipo GD com corrente estipulada de 400 A.

Caixa de barramentos

Para uma corrente de 362 A, será uma caixa de barramento do tipo BBT com corrente estipulada de 630 A.

Caixas de protecção de saídas

Considerou-se uma caixa de protecção de saída só para a coluna montante, uma para o quadro de serviços comuns e outra para as lojas.

Para apartamentos tem-se que a corrente de serviço, IB:

$$IB = 255 \text{ A}$$

Logo será uma caixa do tipo PF

Para quadro de serviços comuns tem-se:

$$IB = 49,8 \text{ A}$$

Logo será uma caixa do tipo PB

Para as duas lojas será uma caixa do tipo PC com duas saídas.

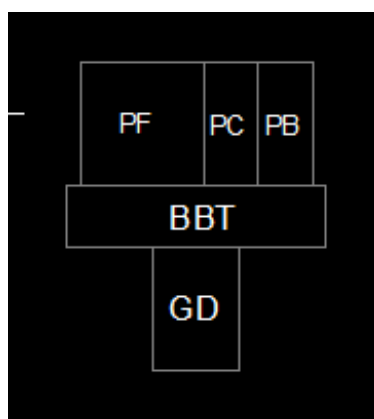


Figura 3.1 – Quadro de coluna do edifício

Caixas de coluna

O edifício é constituído por 5 apartamentos por piso, logo serão utilizadas as seguintes caixas de coluna:

- Uma caixa do tipo CBQ, 4 saídas;
- Uma caixa do tipo CBD, 2 saídas.

3.3.6 Quadro eléctrico

Os quadros eléctricos serão colocados à entrada de cada fracção autónoma a uma altura do pavimento de 1,5 m.

3.3.7 Contadores

A contagem de energia será feita por contadores de energia instalados junto ao acesso das caixas de colunas de cada piso, nas caixas dos quadros de serviços comuns e dos espaços comerciais, a montante dos respectivos aparelhos de corte de entrada³ de modo que o seu visor se situe entre 100 a 170 cm do pavimento [5,6,8].

3.3.8 Iluminação

A iluminação foi feita de forma a obter uniformidade nos espaços e de forma que a iluminação seja o mais eficaz possível.

Nos espaços de circulação, como corredores e escadas, serão colocados detectores de movimento no tecto ou na parede a uma altura de 2,5 m do pavimento.

As caixas de aparelhagem para colocação de aparelhagem de comando serão colocadas a uma altura de 1,5 m do pavimento [5].

3.3.9 Tomadas

As caixas de aparelhagem serão colocadas a uma altura de 30 cm do pavimento, excepto as tomadas colocadas nas casas de banhos e nas bancadas das cozinhas que serão colocados a uma altura de 1,2 m do pavimento.

³ Aparelhos de corte de entrada – instalados pela entidade distribuidora nas caixas dos respectivos quadros de entrada.

3.3.10 Protecção mecânica

Podem ser utilizados os seguintes tubos:

PEAD- Tubo de dupla parede – interior lisa e exterior corrugada de cor vermelha.

Indicado para instalações embebidas em elementos da alvenaria ou em betão e em instalações enterradas, designadamente em travessias.

-Material – Polietileno de alta densidade;

-Índice de protecção às acções mecânicas – IK08.

VD- Tubo rígido liso livre de halogéneos. Indicado para instalações embebidas em elementos da alvenaria e em instalações à vista.

-Material – Policloreto de Vinilo (PVC);

-Índice de protecção às acções mecânicas – IK07.

ERM – Tubo flexível liso auto-extinguível. Indicado para instalações embebidas em elementos da alvenaria ou em betão e sobre o tecto falso.

-Material – Polietileno;

-Índice de protecção às acções mecânicas – IK08.

Para dimensionamento do diâmetro dos tubos para entradas e colunas foi utilizada a seguinte expressão:

$$\varnothing_{tubo} \geq 2,236 \times \varnothing_{cabo} [6] \quad (3.2)$$

Para dimensionamento do diâmetro dos tubos para canalizações à vista foi utilizada a seguinte expressão⁴:

$$\varnothing_{tubo} \geq 1,585 \times \varnothing_{cabo} [6] \quad (3.3)$$

⁴ A expressão para o dimensionamento dos tubos para canalizações à vista só será utilizada para o cálculo dos tubos do edifício do ponto 3.4.

Para dimensionamento do diâmetro dos tubos para canalizações embebidas foi utilizada a seguinte expressão:

$$\varnothing_{tubo} \geq 1,742 \times \varnothing_{cabo} [6] \quad (3.4)$$

Onde:

\varnothing_{tubo} - Diâmetro do tubo a dimensionar em mm;

\varnothing_{cabo} - Diâmetro do cabo em mm.

3.3.11 Métodos de referência

O método de referência depende do modo de instalação dos cabos ou condutores [5].

Os cabos e condutores nestes projectos serão todos embebidos em elementos de construção, pelo que se tem os seguintes métodos de referência:

- Refª 5/Método de Refª B

Condutores isolados em condutas circulares embebidas nos elementos da construção, em alvenaria [5].

- Refª 61/Método de Refª D

Cabos mono ou multicondutores em condutas enterradas [5].

3.3.12 Cabos

Serão, conforme indicado nas respectivas peças desenhadas, utilizados o seguinte tipo de cabo:

XV – Cabo para transporte e distribuição de energia indicado para instalações fixas, interiores ou exteriores, protegidas mecânicamente ou não;

Condutor – Cobre nu, maciço (U) ou multifilar (R)

Tensão estipulada – 0,6/1 kV;

Isolamento – Polietileno reticulado (XLPE);

Bainha – Policloreto de Vinilo (PVC).

H07V – Cabo ou fio monocondutor isolado, sem bainha. Indicado para alimentação de aparelhagem em instalações fixas protegidas mecânicamente e para montagem em quadros eléctricos. Instalações em condutas de montagem à vista ou embebida.

Condutor – Cobre nu, maciço (U), multifilar (R), multifilar flexível (F);

Tensão estipulada – 450/750 V;

Isolamento – Policloreto de Vinilo (PVC).

3.3.13 Dimensionamento de condutores

As secções dos condutores dependem da potência em questão, da protecção e das quedas de tensão.

As peças desenhadas 011, 012 e 013 do anexo B1 apresentam os quadros das fracções autónomas, quadros de serviços comuns e quadros de cada espaço comercial.

Iluminação

Para iluminação será utilizado condutor H07V- U 3x1,5 | ERM diâmetro 16, com um disjuntor de 10 A.

Tomadas

Para tomadas monofásicas será utilizado condutor H07V- U 3x2,5 | ERM diâmetro 16, com um disjuntor de 16 A.

Para tomadas trifásicas será utilizado condutor H07V- U 5x2,5 | ERM diâmetro 20, com um disjuntor de 16 A.

3.3.14 Dimensionamento dos condutores nas colunas

Os condutores nas colunas foram dimensionados utilizando folhas de cálculo que se encontram no anexo B2.

De seguida apresenta-se o exemplo do cálculo das secções do cabo, da protecção e o cálculo da queda de tensão.

Exemplo de cálculo de condutor do quadro de colunas a quadro de serviços comuns

Potência para Quadro de Serviços Comuns = 34,5 kVA, com a potência calcula-se a corrente de serviço IB

$$IB = 49,8 \text{ A}$$

Para método de referência B tem-se uma corrente admissível Iz de 89 A e uma secção de 25 mm².

Cálculo de protecções

Conforme as condições em que:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad \text{e} \quad I_2 \leq 1,45 I_Z$$

Para uma corrente I_B de 49,8 A tem-se I_n de 50 A, I_2 de 80 A e 1,45 I_Z de 129 A, logo tem-se:

$$49,8 \leq 50 \leq 89$$

$$80 \leq 129.$$

Cálculo de quedas de tensão

A queda de tensão nas entradas deve ser $\leq 1,5\%$ [5,6,7,8]. Esta é dada pela seguinte expressão:

$$\Delta U (\%) = \frac{100}{U_0} b \left(\rho \frac{L}{s} \cos \varphi + \lambda L \sin \varphi \right) I_B \quad (3.5)$$

Onde:

ΔU = queda de tensão, em %;

b – coeficiente de valor 1 para sistemas triásicos e 2 para monofásicos;

s – secção dos condutores, em mm^2 .

L – comprimento dos condutores, em m;

ρ – condutividade, em $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$

I_B – corrente de serviço, em A.

U_0 – tensão simples em carga – 230 V.

$$L = 9 \text{ m}$$

Logo:

$$\Delta U (\%) = 0,4\%.$$

Pelo que se verificam as condições.

3.3.15 Interruptor/disjuntor diferencial

A sensibilidade de um diferencial para instalações sanitárias é maior visto que é um espaço com maior presença de água. Sendo assim, devem pertencer a um diferencial único pois a corrente diferencial estipulada deve ser de 30 mA, enquanto que nos outros espaços podem ser de 300 mA.

3.3.16 Dimensionamento dos interruptores

A corrente de um interruptor é dada por:

$$1,25 \times IB$$

Para o quadro de serviços comuns tem-se um IB de 49,8 A logo:

$$1,25 \times 49,8 = 62,5 \text{ A}$$

Colocou-se um interruptor de 63 A.

3.4 Exemplo de projecto de um edifício de consultores de informática (anexo B3)

3.4.1 Constituição do edifício

Este edifício é constituído por 3 pisos – piso -1, piso 0 e piso 1, constituídos por gabinetes, salas de formação, refeitório, etc, conforme se pode ver nas peças desenhadas 004, 005, 006 do anexo B3.

3.4.2 Classificação quanto à utilização

Quanto a utilização este Edifício será classificado como **Edifício Tipo Administrativo** [5].

3.4.3 Classificação dos espaços

A classificação dos locais permite seleccionar equipamentos eléctricos conforme as influências externas de cada espaço e encontra-se representado nas peças desenhadas 004, 005 e 006 do anexo B3 [5].

3.4.4 Alimentação

O Edifício será alimentado através da **RESP** e terminará directamente na portinhola do tipo **P400** instalada nos limites da propriedade como se pode ver na peça desenhada 004 do anexo B3.

3.4.5 Quadro eléctrico

Cada piso será constituído por 2 quadros (um quadro eléctrico e um quadro UPS) colocados a uma altura do pavimento de 1,5 m como se pode ver nas peças desenhadas 004, 005, 006 do anexo B3. Os quadros normalmente são colocados logo à entrada do edifício, caso não seja possível a sua localização logo à entrada do edifício, coloca-se um botão de pressão para que o corte geral de energia do edifício possa ser feito tanto no quadro como logo à entrada [5,6].

3.4.6 Contadores

A contagem de energia será feita por contador de energia instalado logo à entrada do edifício, a jusante da portinhola, de modo que o seu visor se situe entre 100 a 170 cm do pavimento [5,6,8].

3.4.7 Iluminação

Ver o ponto 3.3.8.

3.4.8 Tomadas

As caixas de aparelhagem serão colocadas a uma altura de 30 cm do pavimento, excepto as tomadas colocadas nos postos de trabalhos em calhas técnicas que passam em cima das mesas de trabalho.

3.4.9 Protecção mecânica

Ver o ponto 3.3.10.

Caminhos de Cabos - Em chapa varão electrosoldado. Os tipos e dimensões comerciais são indicados nas respectivas peças desenhadas.

3.4.10 Métodos de referência

O método de referência depende do modo de instalação dos cabos ou condutores [5].

- Ref^a3A/Método de Ref^a B2

Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares (tubos) montadas à vista [5].

- Ref^a13/Método de Ref^a E ou F

Cabos mono ou multicondutores em caminhos de cabos perfurados [5].

- Ref^a61/Método de Ref^a D

Cabos mono ou multicondutores em condutas enterradas [5].

3.4.11 Cabos

Serão, conforme indicado nas respectivas peças desenhadas, utilizado o seguinte tipo de cabo: XV (as suas características estão apresentadas na secção 3.3.12).

4 Segurança contra incêndio

Este capítulo tem como objectivo mostrar a definição de implementação de meios destinados a garantir a segurança de pessoas e bens em caso de incêndio, num Equipamento Cultural, adiante designado por edifício.

O projecto de segurança contra incêndio é um conjunto de medidas que se dispõem nos edifícios para proteger contra a acção do fogo.

Essas medidas têm a finalidade de:

- Salvar vidas humanas;
- Minimizar as perdas económicas produzidas pelo fogo;
- Conseguir que as actividades do edifício possam ser retomadas no prazo de tempo mais curto possível.

Dependendo do edifício, os projectos de segurança contra incêndio podem resumir-se em:

- Desenho do caminho de evacuação;
- Colocação de detectores de fumo, detectores termovelocimétrico e detectores de gás que são distribuídos conforme o alcance destes;
- Colocação de difusores de alarme geral e difusores de alarme restrito, colocado um por moradia e uma no exterior para alarme geral;
- Central de detecção de incêndio colocado normalmente nos espaços restritos como zona técnica;
- Central detecção de gás colocado normalmente nos espaços restritos como zona técnica;
- Colocação das placas que indicam saídas, escadas;
- Colocação dos blocos autónomos para iluminação em caso de falha de energia.
- Evacuação de fumos;
- Definição de resistência da estrutura do edifício;
- Detecção de intrusão;
- Videovigilância.

4.1 Exemplo de projecto do edifício de equipamentos cultural (anexo C1)

4.1.1 Dificuldades na realização do projecto

Pode-se dizer, de uma forma resumida, que as principais dificuldades foram a escolha do local onde colocar cada equipamento, a que altura e quais as distâncias entre eles.

Em qualquer projecto de segurança contra incêndio deve-se começar por caracterizar o edifício consoante a utilização tipo, risco de incêndio e categorias a que pertencem.

4.1.2 Caracterização do edifício

4.1.2.1 Utilização – tipo

Trata-se de um edifício com **utilização – tipo VI – Espectáculo e Reuniões Públicas** [12].

4.1.3 Classificação dos locais ao risco de incêndio

O **edifício de equipamentos cultural** é constituído por 1 piso – piso 0, com área útil de 718,0 m². A classificação de risco para cada local é a seguinte:

- Átrio/Recepção – Risco B;
- Circulação 1 – Risco B;
- Circulação 2 – Risco B;
- Circulação 3 – Risco B;
- I.S. Masculina – Risco A;
- I.S. Feminina – Risco A;
- I.S. Acessível – Risco A;
- Duche – Risco A;
- Instalações Informática – Risco A;
- Arrecadação – Risco A;
- Sala de Formação – Risco B;
- Sala Polivalente – Risco B;
- Sala 1 a 11 – Risco B.

4.1.3.1 Número de ocupantes

Para a determinação do número de ocupantes (efectivo) do edifício, foi considerada a área do local ocupado, afectada pelo índice regulamentar correspondente ao tipo de local em questão, conforme indicado na seguinte tabela:

Tabela 4.1 – Cálculo do efectivo do edifício

Local	Área [m ²]	Índice	Efectivo
Balneários	29,5	1	29
Circulações horizontais	90	0,20	18
Espaços destinados a exposição	547,5	0,35	191
Recepção/local de venda	51,0	0,60	31
Total			269

Sendo a altura do edifício inferior a 9 m e número de ocupantes inferior a 500 pessoas logo será classificado como sendo de **segunda categoria de risco** [12].

4.1.4 Condições exteriores

4.1.4.1 Vias de acesso

O edifício será servido por vias de acesso adequadas a veículos de socorro em caso de incêndio.

Sendo um edifício com altura inferior a 9 m tem-se as seguintes condições:

- As vias de acesso devem possibilitar o estacionamento dos veículos de socorro a uma distância não superior a 30 m de, pelo menos, uma das saídas do edifício que faça parte dos seus caminhos de evacuação.
- Nos edifícios situados em locais onde a rede viária existente não possa ser corrigida de forma a satisfazer o disposto no número anterior, essa distância máxima pode ser aumentada para 50 m.

Sem prejuízo de disposições mais gravosas de outros regulamentos, as vias de acesso devem possuir as seguintes características:

- 3,5 m (ou 10,0 m em situação de impasse) de largura útil;
- 4 m de altura útil;
- 11 m de raio de curvatura mínimo, medido ao eixo;

- 15% de inclinação máxima;
- Capacidade para suportar um veículo com peso total de 130 kN, correspondendo a 40 kN à carga do eixo dianteiro e 90 kN à do eixo traseiro [12].

4.1.4.2 Acessibilidade às fachadas

Sendo um edifício com altura inferior a 9 m, quando pontos de penetração forem constituídos por vãos de janela, o pano de peito não deve ter espessura superior a 0,3 m numa extensão de 0,5 m abaixo do peitoril [12].

4.1.5 Limite à propagação do incêndio pelo exterior

4.1.5.1 Paredes exteriores

As paredes exteriores do edifício devem garantir, no mínimo, a classe de resistência ao fogo padrão **REI 90** (capacidade de suporte de carga, estanquidade a chama e gases quentes e isolamento térmico) e os vãos nelas praticados devem ser guarnecidos por elementos fixos de classe **E60** (estanquidade a chama e gases quentes) [12].

4.1.5.2 Paredes de empena

As paredes exteriores da empena devem garantir uma resistência ao fogo padrão da classe **EI 60** (estanquidade a chama e gases quentes, isolamento térmico) [12].

As paredes de empena devem elevar-se acima das coberturas, formando os designados «guarda-fogos», no mínimo de 0,6 m.

4.1.5.3 Coberturas

Os elementos da estrutura da cobertura deverão garantir no mínimo uma classe de resistência ao fogo padrão **R 60**.

Considera-se suficiente que os elementos de revestimento ou suporte da cobertura, sejam constituídos com materiais da classe de reacção ao fogo **A1** ou com madeira [12].

4.1.6 Disponibilidade de água

O fornecimento de água para abastecimento dos veículos de socorro será assegurado por hidrantes exteriores, alimentados pela rede de distribuição pública instalados junto ao lance dos passeios de modo que fiquem localizados a uma distância não superior a 30 m das duas saídas que fazem parte dos caminhos de evacuação.



Figura 4.1 – Hidrantes

4.1.7 Resistência ao fogo de elementos estruturais e incorporados

4.1.7.1 Resistência ao fogo de elementos estruturais

Os elementos estruturais deverão admitir um grau de resistência ao fogo superior a **R 60** (estável ao fogo durante 60 minutos), para elementos com funções de suporte e **REI 60** (resistente ao fogo durante 60 minutos), para elementos com funções de suporte e compartimentação [12].

4.1.7.2 Compartimentação geral corta-fogo

O edifício será compartimentado entre os diferentes espaços que o constituem através de elementos que apresentarão grau de resistência ao fogo de **REI 60** (corta-fogo durante 60 minutos) [12].

4.1.7.3 Isolamento e protecção de locais de Risco

Os **locais de risco do tipo B** devem ser separados de espaços adjacentes por elementos de construção que garantam, pelo menos, as classes de resistência ao fogo padrão do tipo **EI**

30, para paredes não resistentes, **REI 30**, para pavimentos e paredes resistentes e **E 15 C**, para portas [12].

4.1.8 Isolamento e protecção das vias de evacuação

4.1.8.1 Protecção das vias horizontais de evacuação

Exige-se protecção a todas as vias horizontais de evacuação que estejam incluídas nos caminhos de evacuação dos locais de **risco B**.

Estas vias de evacuação devem ser separadas dos espaços adjacentes por elementos da construção que garantam, pelo menos, as classes de resistência ao fogo padrão do tipo **EI 60**, para paredes não resistentes, **REI 60**, para pavimentos e paredes resistentes e **E 30 C**, para portas [12].

4.1.9 Reacção ao fogo de materiais

4.1.9.1 Revestimento em vias de evacuação

Vias horizontais

As classes mínimas de reacção ao fogo dos materiais de revestimento em vias de evacuação horizontais são: **D_{FL}-s3** para pavimentos e **C-s3 d1** para paredes e tectos, considerando pisos até 9 m de altura [12].

4.1.9.2 Revestimento em locais de risco

As classes mínimas de reacção ao fogo dos materiais de revestimento de pavimentos, paredes, tectos e tectos falsos de **locais de risco A** deverão ser do tipo **D-s2 d2**, para paredes e tectos, e do tipo **E_{FL} - s2** para pavimentos, e para **locais de risco B** deverão ser do tipo **A2-s1 d0**, para paredes e tectos, e do tipo **C_{FL}-s2** para pavimentos [12].

4.1.10 Outras situações

4.1.10.1 Materiais de tectos falsos

Os materiais constituintes dos tectos falsos, com ou sem função de isolamento térmico ou acústico, devem garantir o desempenho de reacção ao fogo não inferior ao da classe **C-s2 d0**.

Os materiais de equipamentos embutidos em tectos falsos para difusão de luz, natural ou artificial, não devem ultrapassar 25% da área total do espaço a iluminar e devem garantir uma reacção ao fogo, pelo menos, da classe **D-s2 d0**.

Todos os dispositivos de fixação e suspensão de tectos falsos devem garantir uma reacção ao fogo da classe **A1**.

4.1.10.2 Mobiliário fixo

Os elementos de mobiliário fixo em locais de **risco B** devem ser construídos com materiais com uma reacção ao fogo, pelo menos, da classe **C-s2 d0**. Os materiais de enchimento desses elementos podem ter uma reacção ao fogo da classe **D-s3 d0**, desde que o respectivo forro seja bem aderente e garanta, no mínimo, uma reacção ao fogo da classe **C-s1 d0** [12].

4.1.10.3 Elementos em relevo ou suspensos

Os elementos de informação, sinalização, decoração ou publicitários dispostos em relevo ou suspensos em vias de evacuação, não devem ultrapassar 20 % da área da parede ou do tecto e devem possuir uma reacção ao fogo, pelo menos, da classe **B-s1 d0**.

Podem ser excepção da exigência de desempenho de reacção ao fogo referida nos números anteriores quadros, tapeçarias, obras de arte em relevo ou suspensos em paredes, desde que o revestimento destas garanta uma reacção ao fogo da classe **A1**.

Não é permitida a existência de reposteiros ou de outros elementos suspensos, transversalmente ao sentido da evacuação, nas vias de evacuação [12].

4.1.10.4 Elementos de decoração temporária

As plantas artificiais, árvores de natal ou outros elementos sintéticos semelhantes, devem estar afastados de qualquer fonte de calor, a uma distância adequada à potência desta.

É permitida a utilização de materiais da classe de reacção ao fogo não especificada dos elementos de decoração temporária de espaços interiores, desde que aplicados em suportes da classe de reacção ao fogo **D-s1 d0**, no caso de tectos e paredes, ou **DFL-s1**, no caso de pavimentos, e sejam adoptadas medidas de auto-protecção para alterações de uso, lotação ou configuração de espaços [12].

4.1.11 Dimensionamento dos caminhos de evacuação e saídas

O edifício dispõe de saídas em número adequado ao efectivo (uma saída por 500 pessoas, mais uma saída), sendo estas de dimensão equivalente ou superior a 2 **up**.

4.1.12 Instalações técnicas

4.1.12.1 Instalações de energia eléctrica

As instalações eléctricas do edifício serão do **tipo C** e deverão estar em conformidade com as normas e regulamentos em vigor, nomeadamente com as Regras Técnicas de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão – RTIEBT.

Particularmente, refere-se, a obrigatoriedade de existência de um corte geral de energia eléctrica instalado no Quadro de Entrada do edifício em local facilmente acessível e devidamente sinalizado.

4.1.13 Equipamentos e sistemas de segurança

4.1.13.1 Sinalização

A distribuição das placas de sinalização deve permitir a visibilidade a partir de qualquer ponto onde a informação que contém deva ser conhecida.

As placas serão colocadas paralelas às paredes com informação numa só face de modo que a distância entre eles varia entre 6 e 30 m a uma altura de 2,5 m do pavimento como se pode ver na peça desenhada 001 do anexo C1 [12, 13].



Figura 4.2 – Pictograma de saída

4.1.13.2 Iluminação de emergência

A iluminação de segurança será do **tipo C**. Sendo utilização - tipo **VI** os blocos autónomos serão apenas do tipo permanente.



Figura 4.3 – Bloco autónomo

Este blocos autónomos incluem pictogramas que indicam os caminhos para saída e estes blocos autónomos terão a mesma localização que as sinaléticas representados na peça desenhada 001 do anexo C1. Para blocos autónomos colocados à saída estes são constituídos por 2 lâmpadas e os restantes têm apenas uma lâmpada.



Figura 4.4 – Bloco autónomo incluindo pictograma

4.1.14 Detecção, alarme e alerta

O edifício será equipado com instalações que permitam detectar o incêndio e, em caso de emergência, difundir o alarme para os seus ocupantes, alertar os bombeiros e accionar sistemas e equipamentos de segurança [12, 14].

Será instalado no edifício um sistema automático de detecção de incêndios, constituído por:

- *Unidade de processamento local* – do tipo endereçável, terá sinalização de estado de vigília e possibilidade de transmissão de alerta automático em simultâneo com a difusão do alerta geral;
- *Baterias de emergência* – do tipo níquel-cádmio estanques e dotadas de dispositivos de carga e regulação automáticas e com capacidade suficiente para garantir as funções permanentes do sistema durante um período mínimo de 72 horas, ou em caso de accionamento dos dispositivos de alarme e comando, de 30 minutos;
- *Detectores de incêndio* – do tipo óptico (endereçáveis);
- *Botoneiras de acção manual* – com dispositivo que impeça a utilização abusiva do alarme;
- *Sirene Interior*;
- *Sirene Exteriores*.

A disposição dos referidos equipamentos está representada nas peças desenhadas do anexo C1.

A configuração de alarme do edifício será do **tipo 3**.

4.1.14.1 Dispositivos de accionamento manual do alarme

Os dispositivos de accionamento manual de alarme (botoneiras de alarme) serão colocados junto às saídas a uma altura de 1,5 m do pavimento como se pode ver na peça desenhada 003 do anexo C1.



Figura 4.5 – Botoneira

4.1.14.2 Detectores automáticos

Os detectores serão colocados de modo que a distância entre dois detectores ópticos não seja superior a 9 m e a distância das paredes não seja superior a 4,50 m.



Figura 4.6 – Detector óptico

4.1.14.3 Difusores de alarme geral

Instalado um sinalizador sonoro interior e um sinalizador sonoro exterior a uma altura de 2,5 m, o sinal emitido deve ser inconfundível com qualquer outro, concebido de modo a não causar pânico [12].

4.1.14.4 Central de sinalização e comando

A central de sinalização e comando será colocada na recepção a uma altura de aproximadamente 1,5 m e deve assegurar:

- A alimentação dos dispositivos de accionamento do alarme;
- A alimentação dos difusores de alarme geral, no caso de estes não serem constituídos por unidades autónomas;
- A sinalização de presença de energia de rede e de avaria da fonte de energia autónoma;
- A sinalização sonora e óptica dos alarmes restrito e geral e do alerta;
- A sinalização do estado de vigília das instalações;
- A sinalização de avaria, teste ou desactivação de circuitos dos dispositivos de accionamento de alarme;
- O comando de accionamento e de interrupção do alarme geral;

- A temporização do sinal de alarme geral;
- O comando dos sistemas e equipamentos de segurança do edifício;
- O comando de accionamento do alerta [12].



Figura 4.7 – Central de detecção

4.1.14.5 Fontes de energia de emergência

As fontes de energia de emergência devem assegurar o funcionamento das instalações de alarme no caso de falha na alimentação de energia da rede pública.

As fontes serão incorporadas na central, e terão que assegurar o funcionamento do sistema no estado de vigília por um período mínimo de 72 horas, seguido de um período de 30 minutos no estado de alarme geral [12].

4.1.15 Meios de intervenção

4.1.15.1 Meios portáteis e móveis de extinção

Os extintores serão colocados de modo a que a distância a percorrer de qualquer saída de um local de risco para caminhos de evacuação até ao extintor mais próximo não exceda 15 m.

Os extintores serão sinalizados e colocados em suporte próprio de modo a que o seu manípulo fique a uma altura não superior a 1,2 m do pavimento [12].



Figura 4.8 – Extintor

A área útil total é de aproximadamente 718,0 m².

Corresponde a aproximadamente 26 L de agente extintor, logo serão colocados **4 extintores de pó químico ABC** de 6 kg e **1 extintor de CO₂** de 2 kg.

4.1.15.2 Rede de incêndios armada do tipo carretel

O edifício irá dispor de rede de incêndios armada do tipo carretel, instalados de modo que o seu manípulo de manobra se situe a uma altura do pavimento não superior a 1,50 m [12].

4.1.16 Videovigilância

O sistema de videovigilância será constituído por um gravador de vídeo e 3 câmaras.

4.1.16.1 Gravador

O gravador deverá poder funcionar em modo automático ou manual, sendo o primeiro em geral prioritário sobre o segundo, de forma a permitir sempre a visualização de imagens em situações de alarme. O gravador será instalado em bastidor RACK.

4.1.16.2 Câmaras

O edifício terá 3 câmaras, sendo que uma destas será exterior e a sua instalação será numa parede exterior do edifício a uma altura de 3 m do solo.

O tipo de cabo a utilizar será cabo UTP de *categoria 6* e *classe de ligação E*.

4.1.17 Detecção de intrusão

O sistema de intrusão será constituído por central de detecção de intrusão, detectores volumétricos e teclado de acesso.

4.1.17.1 Central de detecção de intrusão

Será instalada uma central com capacidade de controlo para 16 zonas e possibilidade de expansão a 44 zonas.

4.1.17.2 Detector de movimento

Instalado em todas as salas e nas duas entradas do edifício a uma altura de 2,5 m do pavimento.

4.1.17.3 Teclado de acesso

Instalado logo à entrada do edifício a uma altura de 1,5 m do pavimento.

Os tipos de cabos a utilizar serão cabo flexível blindado (2x0,5 + 4x0,22) e cabo LiYCY (4x1).

As características dos equipamentos utilizados encontram-se representadas no anexo C2.

4.2 Projecto de uma moradia + clínica (anexo C3)

O edifício em anexo é constituído por 4 pisos, sendo:

Piso 0 e piso -1 – Clínica

Piso 1 e piso 2 – Moradia unifamiliar.

A constituição de cada piso encontra-se representada nas peças desenhadas 001 e 002 do anexo C3.

4.2.1 Caracterização do edifício

4.2.1.1 Utilização – tipo

Trata-se de um edifício com:

Utilização – tipo I – Habitacional: Piso 1 e piso 2;

Utilização – tipo V – Hospitalares e lares de idosos: Piso 0 e piso -1 [12].

4.2.2 Classificação dos locais ao risco de incêndio

- Os pisos 1 e 2 serão do **tipo A**;
- A área técnica será do **tipo C**;
- Espaços que constituem o piso 0 e -1 excepto área técnica serão do **tipo D** [12].

4.2.2.1 Número de ocupantes

Para a determinação do número de ocupantes (efectivo) do piso 0 e piso -1 considerou-se:

Todos os espaços do piso 0 e piso -1 excepto ginásio: 0,2 pessoas/m²

Ginásio: 0,15 pessoas/m²

Efectivo = 32 pessoas. **Segunda categoria de risco** [12].

4.2.3 Condições exteriores

4.2.3.1 Vias de acesso

As vias de acesso devem possibilitar o estacionamento dos veículos de socorro junto às fachadas, consideradas como obrigatoriamente acessíveis, e possuir as seguintes características:

- 6 m, ou 10 m se for em impasse, de largura útil;
- 5 m de altura útil;
- 13 m de raio de curvatura mínimo, medido ao eixo;
- 10% de inclinação máxima;
- Capacidade para suportar um veículo com peso total 260 kN, correspondendo 90 kN à ao eixo dianteiro e 170 kN à do eixo traseiro [12].

4.2.3.2 Acessibilidade às fachadas

Este edifício deve possuir no mínimo uma fachada acessível [12].

4.2.4 Limite à propagação do incêndio pelo exterior

4.2.4.1 Paredes exteriores

As paredes exteriores do edifício deverão garantir, no mínimo, a classe de resistência ao fogo padrão **REI 60** e os vãos nelas praticados deverão ser guarnecidos por elementos fixos de classe **E30** [12].

4.2.4.2 Paredes de empena

As paredes exteriores da empena devem garantir uma resistência ao fogo padrão da classe **EI 60** (estanquidade a chama e gases quentes, isolamento térmico).

As paredes de empena devem elevar-se acima das coberturas, formando os designados «guarda-fogos», no mínimo de 0,6 m [12].

4.2.4.3 Coberturas

Os elementos da estrutura da cobertura deverão garantir no mínimo uma classe de resistência ao fogo padrão **R 60**.

Considera-se suficiente que os elementos de revestimento ou suporte da cobertura, sejam constituídos com materiais da classe de reacção ao fogo **A1** ou com madeira [12].

4.2.5 Disponibilidade de água

O fornecimento de água para abastecimento dos veículos de socorro será assegurado por hidrantes exteriores, alimentados pela rede de distribuição pública instalados junto ao lancil dos passeios de modo a que fiquem localizados a uma distância não superior a 30 m das duas saídas que fazem parte dos caminhos de evacuação.

4.2.6 Resistência ao fogo de elementos estruturais e incorporados

4.2.6.1 Resistência ao fogo de elementos estruturais

Os elementos estruturais deverão admitir um grau de resistência ao fogo superior a **R 60** (estável ao fogo durante 60 minutos), para elementos com funções de suporte e **REI 60**

(resistente ao fogo durante 60 minutos), para elementos com funções de suporte e compartimentação [12].

4.2.6.2 Compartimentação geral corta-fogo

O edifício será compartimentado entre os diferentes espaços que o constituem através de elementos que apresentarão grau de resistência ao fogo de **REI 60** (corta-fogo durante 60 minutos) [12].

4.2.6.3 Isolamento e protecção de locais de Risco

Os **locais de risco C e D** devem ser separados dos espaços adjacentes por elementos da construção que garantam, pelo menos, as classes de resistência ao fogo padrão do tipo **EI 60**, para paredes não resistentes, **REI 60**, para pavimentos e paredes resistentes e **E 30 C**, para portas [12].

4.2.7 Isolamento e protecção das vias de evacuação

4.2.7.1 Protecção das vias horizontais de evacuação

Exige-se protecção a todas as vias horizontais de evacuação cujo comprimento seja superior a 10 m. Estas vias de evacuação devem ser separadas dos espaços adjacentes por elementos de construção que garantam, pelo menos, as classes de resistência ao fogo padrão do tipo **EI 60**, para paredes não resistentes, **REI 60**, para pavimentos e paredes resistentes e **E 30 C**, para portas [12].

4.2.7.2 Protecção das vias verticais de evacuação

As vias verticais de evacuação para as quais se exige protecção, enclausuradas ou ao ar livre, devem ser separadas dos restantes espaços por paredes e pavimentos apresentando classe de resistência ao fogo com um escalão de tempo não inferior ao exigido para os elementos estruturais do edifício, conforme o ponto **4.2.6.1** deste documento.

4.2.7.3 Isolamento de outras circulações verticais

As circulações verticais que não constituem vias de evacuação devem ser separadas dos espaços adjacentes por elementos da construção que garantam, pelo menos, as classes de resistência ao fogo padrão do tipo **EI 30**, para paredes não resistentes, **REI 30**, para pavimentos e paredes resistentes e **E 15 C**, para portas [12].

4.2.7.4 Isolamento e protecção das caixas dos elevadores

As paredes e portas de patamar de isolamento das caixas de elevadores ou de baterias de elevadores devem cumprir as condições dispostas no ponto **4.2.7.3** deste documento [12].

As portas de patamar são obrigatoriamente do tipo deslizante e de funcionamento automático.

4.2.8 Reacção ao fogo de materiais

4.2.8.1 Revestimento em vias de evacuação

Vias horizontais

As classes mínimas de reacção ao fogo dos materiais de revestimento em vias de evacuação horizontais são: **D_{FL}-s2** para pavimentos e **C-s2 d0** para paredes e tectos, considerando pisos até 9 m de altura [12].

Vias verticais

As classes mínimas de reacção ao fogo dos materiais de revestimento em vias de evacuação verticais são: **CFL-s1** para pavimentos e **A2-s1 d0** para paredes e tectos [12].

4.2.8.2 Revestimento em locais de risco

As classes mínimas de reacção ao fogo dos materiais de revestimento de pavimentos, paredes, tectos e tectos falsos deverão ser do tipo:

- Locais de **risco A**: **D-s2 d2**, para paredes e tectos, e do tipo **EFL-s2** para pavimentos;
- Locais de **risco C**: **A1**, para paredes e tectos, e do tipo **A1FL** para pavimentos;
- Locais de **risco D**: **A1**, para paredes e tectos, e do tipo **CFL-s2** para pavimentos [12].

4.2.9 Outras situações

4.2.9.1 Materiais de tectos falsos

Os materiais constituintes dos tectos falsos, com ou sem função de isolamento térmico ou acústico, devem garantir o desempenho de reacção ao fogo não inferior ao da classe **C-s2 d0**.

Os materiais de equipamentos embutidos em tectos falsos para difusão de luz, natural ou artificial, não devem ultrapassar 25% da área total do espaço a iluminar e devem garantir uma reacção ao fogo, pelo menos, da classe **D-s2 d0**.

Todos os dispositivos de fixação e suspensão de tectos falsos devem garantir uma reacção ao fogo da classe **A1**.

4.2.9.2 Mobiliário fixo

Os elementos de mobiliário fixo em **locais de risco D** devem ser construídos com materiais com uma reacção ao fogo, pelo menos, da classe **C-s2 d0**. Os materiais de enchimento desses elementos podem ter uma reacção ao fogo da classe **D-s3 d0**, desde que o respectivo forro seja bem aderente e garanta, no mínimo, uma reacção ao fogo da classe **C-s1 d0** [12].

4.2.9.3 Elementos em relevo ou suspensos

Os elementos de informação, sinalização, decoração ou publicitários dispostos em relevo ou suspensos em vias de evacuação, não devem ultrapassar 20 % da área da parede ou do tecto e devem possuir uma reacção ao fogo, pelo menos, da classe **B-s1 d0**.

Podem ser excepção da exigência de desempenho de reacção ao fogo referida nos números anteriores quadros, tapeçarias, obras de arte em relevo ou suspensos em paredes, desde que o revestimento destas garanta uma reacção ao fogo da classe **A1**.

Não é permitida a existência de reposteiros ou de outros elementos suspensos, transversalmente ao sentido da evacuação, nas vias de evacuação [12].

4.2.9.4 Elementos de decoração temporária

As plantas artificiais, árvores de natal ou outros elementos sintéticos semelhantes, devem estar afastados de qualquer fonte de calor, a uma distância adequada à potência desta.

É permitida a utilização de materiais da classe de reacção ao fogo não especificada dos elementos de decoração temporária de espaços interiores, desde que aplicados em suportes da classe de reacção ao fogo **D-s1 d0**, no caso de tectos e paredes, ou **DFL-s1**, no caso de pavimentos, e sejam adoptadas medidas de auto-protecção para alterações de uso, lotação ou configuração de espaços [12].

4.2.10 Dimensionamento dos caminhos de evacuação e saídas

O edifício dispõe de saídas em número adequado ao efectivo sendo estas de dimensão equivalente ou superior a 1 **up**.

4.2.11 Instalações técnicas

4.2.11.1 Instalações de energia eléctrica

As instalações eléctricas do edifício serão do **tipo C** e deverão estar em conformidade com as normas e regulamentos em vigor, nomeadamente com as Regras Técnicas de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão – RTIEBT.

Particularmente, refere-se, a obrigatoriedade de existência de um corte geral de energia eléctrica instalado no Quadro de Entrada do edifício em local facilmente acessível e devidamente sinalizado [12].

4.2.12 Equipamentos e Sistemas de Segurança

4.2.12.1 Sinalização

A distribuição das placas de sinalização deve permitir a visibilidade a partir de qualquer ponto onde a informação que contém deva ser conhecida.

As placas serão colocadas paralelas às paredes com informação numa só face a uma altura entre 2,5 m e suspensas no tecto com informação em dupla face de modo que a

distância entre elas varia entre 6 e 30 m como se pode ver nas peças desenhadas 003 e 004 do anexo C3 [12, 13].

4.2.12.2 Iluminação de emergência

A iluminação de emergência será do **tipo B** Sendo utilização - tipo **V** os blocos autónomos serão do tipo permanente, para utilização tipo **I** será do tipo não permanente.

Este blocos autónomos incluem pictogramas que indicam os caminhos para saída e terão a mesma localização que as sinaléticas representados nas peças desenhadas 003 e 004 do anexo C3.

4.2.13 Detecção, alarme e alerta

Ver o ponto 4.1.14.

A disposição dos referidos equipamentos está representada nas peças desenhadas do anexo C1. A configuração de alarme do edifício será do **tipo 3**.

4.2.13.1 Dispositivos de accionamento manual do alarme

O dispositivo de accionamento manual de alarme (botoneiras de alarme) será colocado junto à saída a uma altura de 1,5 m do pavimento, como se pode ver na peça desenhada 005 do anexo C3.

4.2.13.2 Detectores automáticos

Ver o ponto 4.1.14.2.

4.2.13.3 Difusores de alarme geral

Serão instalados 3 sinalizadores sonoros interiores e um sinalizador sonoro exterior a uma altura de 2,5 m. O sinal emitido deve ser inconfundível com qualquer outro, concebido de modo a não causar pânico [12].

4.2.13.4 Central de sinalização e comando

A central de sinalização e comando será colocada na recepção a uma altura de aproximadamente 1,5 m.

4.2.13.5 Fontes de energia de emergência

As fontes de energia de emergência devem assegurar o funcionamento das instalações de alarme no caso de falha na alimentação de energia da rede pública.

As fontes serão incorporadas na central, e terão que assegurar o funcionamento do sistema no estado de vigília por um período mínimo de 72 horas, seguido de um período de 30 minutos no estado de alarme geral [12].

4.2.14 Meios de intervenção

4.2.14.1 Meios portáteis e móveis de extinção

Os extintores serão colocados de modo a que a distância a percorrer de qualquer saída de um local de risco para caminhos de evacuação até ao extintor mais próximo não exceda 15 m.

Os extintores serão sinalizados e colocados em suporte próprio de modo a que o seu manípulo fique a uma altura não superior a 1,2 m do pavimento [12].

4.2.15 Videovigilância

O sistema de videovigilância será constituído por um gravador de vídeo e 1 câmara.

4.2.15.1 Gravador

O gravador deverá poder funcionar em modo automático ou manual, sendo o primeiro em geral prioritário sobre o segundo, de forma a permitir sempre a visualização de imagens em situações de alarme.

4.2.15.2 Câmaras

O edifício terá uma câmara colocada na recepção, e o tipo de cabo a utilizar será cabo UTP de *categoria 6* e *classe de ligação E*.

4.2.16 Detecção de intrusão

O sistema de intrusão será constituído por central de detecção de intrusão, detectores volumétricos e teclado de acesso.

4.2.16.1 Central de detecção de intrusão

Será instalada uma central com capacidade de controlo para 8-24 zonas.

4.2.16.2 Detector de movimento

Os detectores de movimentos a instalar serão de dupla tecnologia com processamento de infravermelhos passivos e microondas, e com um alcance de 15 m.

4.2.16.3 Teclado de acesso

Serão instalados 2 logo à entrada do edifício, a uma altura de 1,5 m do pavimento, um teclado activa o sistema de segurança para a clínica e outro para a habitação.

Os tipos de cabos a utilizar serão cabo flexível blindado (2x0,5 + 4x0,22) e cabo LiYCY (4x1).

5 Autodesk Revit Mep

Neste capítulo descreve-se a actividade realizada durante o estágio com o software Autodesk Revit Mep. O software Revit Mep é uma solução de Modelação de Informação do Edifício (BIM) para Engenharia Mecânica, Electricidade e Águas (MEP) e contém ferramentas especificamente concebidas para a análise e o desenvolvimento de projectos de sistemas para construção.

O Autodesk Revit Mep torna mais fácil a colaboração entre os membros da equipa de desenvolvimento de projectos de sistemas para construção, arquitectos e engenheiros de estruturas e contribui para a minimização dos erros de coordenação no desenvolvimento dos projectos de construção.

As ferramentas de análise integradas e as aplicações de parceiros permitem que os engenheiros Mecânicos, Electrotécnico e Civis tomem decisões mais bem informadas, aumentando assim a eficácia ecológica, os custos dos projectos e a eficiência energética dos edifícios. O Autodesk Revit MEP apenas se encontra disponível como parte integrante do AutoCAD® Revit® MEP Suite.

As principais funcionalidades da Autodesk Revit MEP permitem o seguinte:

- Modelação de Informação do Edifício (BIM) para Engenharia Mecânica, Electricidade e Águas
- Suporte para análise e desenvolvimento de projectos sustentáveis
- Análise nativa de cargas de aquecimento e arrefecimento
- Modelação de esquemas de tubagens e sistemas mecânicos
- Iluminação eléctrica, esquematização de cablagens e esquematização de circuitos eléctricos
- Compensação de cargas de alimentação eléctrica, dimensionamento de cablagens e criação de tabelas de quadros
- Modelação de sistemas de canalização de águas
- Modelação de sistemas de protecção contra incêndio
- Coordenação multidisciplinar e detecção de interferências
- Desenvolvimento de projectos com base no conceito de construtibilidade

5.1 Aplicação na Compasso Ecológico

O Autodesk Revit Mep foi um software novo a ser utilizado na empresa para o desenho de projectos AVAC, tendo a equipa da Compasso Ecológico recebido previamente uma pequena formação acerca do seu funcionamento.

Concluída a formação todos os projectos de AVAC (dimensionamento das condutas e traçado da rede de tubagens) passaram a ser realizados no software Revit Mep, o qual veio constituir uma grande vantagem, principalmente no que diz respeito ao tempo de realização dos projectos.

Neste capítulo, apresenta-se um pequeno resumo das principais funcionalidades do software Revit Mep, incidindo mais sobre a parte do desenho, a parte mais aprofundada durante o estágio.

5.2 Exemplo de aplicação do software

De seguida apresenta-se um exemplo de um dos projectos realizados na empresa utilizando o software.

Trata-se de um apartamento tipo T3 + sótão pertencente a um prédio de 5 pisos.

A tabela 5.1 apresenta as principais características do apartamento:

Tabela 5.1: Características do apartamento

Piso	Espaço	A[m ²]	V[m ³]	Ocup.[pax]
Apartamento	Circulação	15,3	....	....
	Cozinha	20,5	49,2	2
	Varanda/Galeria	5,8	....	....
	Tratamento de Roupa	3,5	....	....
	Instalações Sanitárias	3,5	....	....
	Quarto 1	22,3	53,5	2
	Sala de estar	17,1	41	4
	Sala de jantar	17,4	41,7	4
	Terraço	13	....	....
Sótão	Quarto 2	18,5	44,4	2
	Quarto 3	15,3	36,7	2
	Terraço	7,7	....	....

5.2.1 Rede a  rica

Caudais de ar novo

A tabela 5.2 apresenta o valor dos caudais de ar novo a insuflar em cada compartimento de modo a garantir a imposi  o do RCCTE, 0,6 renova  es horárias (rph).

Tabela 5.2: Caudais de ar novo a insuflar

Espaços	Tipo de espaço	V [m ³]	R [rph]	Q _{min} [m ³ /h]	Q [m ³ /h]
Cozinha	Serviços de refeições	49,2	0,6	29,5	60
Sala de Estar	Residencial	41	0,6	24,6	60
Sala de Jantar	Serviços de refeições	41,7	0,6	25	60
Quarto 1	Residencial	53,5	0,6	32	60
Quarto 2	Residencial	44,4	0,6	26,6	30
Quarto 3	Residencial	36,7	0,6	22	30

O software Revit Mep, além de permitir um fácil e rápido traçado das condutas, facilita o seu dimensionamento tendo o valor do caudal a insuflar em cada espaço e a sua velocidade de escoamento.

Para o desenho das canalizações começa-se sempre por fazer a estrutura completa da casa, para o qual será necessária a planta desta (ver na peças desenhadas 001 e 002 do anexo D1).

De seguida, passa-se ao traçado das canalizações.

Começa-se com a colocação dos ventilo-convectores e as grelhas, tanto de insuflação como grelhas de retorno. Na biblioteca do Revit Mep pode-se introduzir o tipo UTA, ventilo-convectores e o tipo de grelhas a utilizar.

Com a colocação dos equipamentos passa-se a ligação entre eles seguindo os seguintes passos:

- Escolha do tipo de condutas. Caso não exista na biblioteca do Revit, podem-se introduzir novos tipos de condutas com as respectivas características;
- Depois da escolha, passa-se    união entre os equipamentos, onde se deve introduzir a altura em que a conduta deve estar. O diâmetro de cada tubo é calculado automaticamente pelo programa com a introdução do caudal que passa em cada troço e a velocidade de escoamento (inferior a 5 m/s).

Algumas vantagens do Revit Mep em relação ao Autocad:

- Todos os acessórios necessários são colocados automaticamente nos traçados;
- Facilidade na representação e visualização do corte (basta traçar uma linha aonde se quer ver o corte);
- Facilidade e rapidez nos desenhos das condutas proporcionando assim uma poupança de tempo.

Nos anexos D2 e D3 apresentam-se alguns edifícios feitos em Revit Mep que posteriormente foram utilizados por outros engenheiros para realização do projecto AVAC.

6 Folha de cálculo da corrente admissível (I_z)⁵

Uma das funções desenvolvidas durante o estágio foi a realização de uma folha de cálculo que permite determinar de forma expedita e automatizada a corrente admissível (I_z) numa canalização.

6.1 Dificuldades

As principais dificuldades foram a utilização do OpenOffice e falta de experiência na realização de folhas de cálculo complexo.

6.1.1 Passos seguidos para realização da folha de cálculo

Várias são as tabelas para o cálculo da corrente e estas tabelas dependem do modo de instalação.

A corrente I_z depende de:

- Modo de Instalação;
- Método de Referência;
- Isolamento;
- Alma condutora;
- Número de condutores carregados;
- Temperatura da alma condutora ou da bainha;
- Temperatura ambiente.

O cálculo do I_z além de depender dos factores mencionados acima, também depende da protecção utilizada e da queda de tensão, e com isto o cálculo do I_z torna-se um cálculo um pouco cansativo. Esta folha de cálculo tem como principal objectivo diminuir o tempo de cálculo do I_z , permitindo calcular de uma forma rápida a corrente admissível, a secção do cabo, as protecções e as quedas de tensão.

⁵ A apresentação da folha de cálculo encontra-se representada no anexo E

Resumidamente, para utilizar essa folha de cálculo para determinar a corrente admissível seguem-se os seguintes passos:

- Escolher o modo de instalação através de uma lista de modos de instalação introduzida na folha de cálculo. Com a escolha do modo de instalação sabe-se logo quais os possíveis métodos de referência.
- Sabendo os possíveis métodos de referência, os próximos passos a seguir são a escolha da alma condutora, temperatura da alma condutora, temperatura ambiente e isolamento do cabo.
- Com a corrente de serviço (I_B) sabe-se automaticamente a corrente nominal do disjuntor/fusível e com isto a corrente de funcionamento do disjuntor/fusível (I_2).
- Com o cálculo da corrente nominal do disjuntor/fusível (I_n) tem-se automaticamente a corrente admissível e com esta a secção. Com a secção, e seleccionando a queda de tensão máxima permitida neste cabo, tem-se a queda de tensão real no cabo e com isto tem-se a secção final do cabo e a corrente admissível final.

7 Vistorias às instalações

Um projecto, antes de ser posto em prática, tem que ser aprovado pelas entidades responsáveis. Depois de feita a instalação, fazem-se as vistorias e só depois as instalações serão ligadas à entidade pública. Assim qualquer instalação eléctrica ou telecomunicações antes de serem ligadas a entidade pública tem que ser verificadas, para isso devem ser feitos vistorias às instalações.

As vistorias normalmente são feitas com o acompanhamento do responsável da instalação, do projectista e a pessoa que realiza as vistorias das instalações. Durante o estágio, foram feitas algumas visitas às instalações para vistorias com acompanhamento de um dos engenheiros da empresa. Essas visitas tinham como finalidade ter uma noção de como são feitas as vistorias e quais as funções de um projectista no acto das vistorias.

O principal objectivo de uma vistoria é verificar se as instalações cumprem as regras prescritas pelas legislações e se estão conforme o projecto, caso haja dúvidas sobre a instalação, a função do projectista é esclarecer o porquê dessa instalação.

O responsável pela vistoria será sempre acompanhado pelo projecto já analisado para comparar a instalação com o projecto realizado.

7.1 Vistoria à moradia

Na moradia começou-se com o quadro de colunas onde foi analisada a protecção geral, os barramentos, as caixas de colunas e depois passou-se para os apartamentos.

Nos apartamentos foi analisado o quadro de entrada, nas casas de banho foi medida a resistência de terra que é um ponto muito importante visto que a casa de banho é um local de elevado risco. Na piscina foram analisadas as iluminações colocadas para confirmar o volume onde estas estão colocadas.

7.2 Vistoria à fábrica

Em relação à fábrica, a vistoria dirigia-se directamente a um posto de transformação.

Os pontos analisados foram:

- Quadro do posto transformação;
- Ligação dos transformadores.

Esta vistoria não foi aprovada devido a falhas nas instalações.

Pode-se concluir que uma vistoria permite reforçar a segurança da instalação e das pessoas. Esta experiência foi muito enriquecedora porque permitiu ver os circuitos feitos nos projectos como são ligados na prática e conhecer os equipamentos utilizados como também saber as principais funções de um projectista numa vistoria.

8 Conclusões

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões retiradas durante a realização deste estágio.

Fazendo uma análise retrospectiva, a realização deste estágio foi sem dúvida essencial para minha formação, tanto a nível profissional como pessoal.

Devo confessar que fiquei surpreendida por ter conseguido aplicar muitos dos conhecimentos que adquiri ao longo de licenciatura, e principalmente, ao longo do mestrado. O facto de nunca ter vivido uma experiência profissional dificultou-me a compreensão de muitos dos conhecimentos durante o curso, por não conseguir imaginar os conceitos fora do plano teórico. Ocorreram imensas situações durante o estágio que me recordaram conceitos que já estudado.

Os primeiros dias de estágio foram de conhecimento e integração na empresa, ou seja, conhecimento do modo de funcionamento da empresa, conhecimento e integração com os colegas com quem trabalhei, bem como relembrar os conhecimentos obtidos e aprofundá-los. Para isso, vários foram os manuais estudados por mim, nomeadamente:

- Regras Técnicas de Baixa tensão;
- Guia Técnica das Instalações Eléctricas;
- Manual ITED;
- Autocad;
- Segurança contra Incêndio em edifício.

Integrar numa equipa de trabalho na sua totalidade, é uma experiência fundamental, porque numa empresa tem que haver diálogo, coordenação e saber gerir os pequenos conflitos internos para que o trabalho de cada um corra da melhor forma e que a empresa seja funcional na sua totalidade. Tudo isto são coisas que não se aprendem nas aulas e por isso acredito que a nossa integração depende principalmente da nossa predisposição e saber estar.

Com a realização de vários projectos de moradias unifamiliares, projectos de prédios, projectos de edifícios de serviços, edifício industrial pude pôr em prática os estudos dos manuais e do Autocad e saber como utilizar os manuais e a localização dos dados necessários

para cada projecto em questão. Permitiu também aprofundar os conhecimentos adquiridos durante a formação académica como também adquirir novos conhecimentos em cada projecto realizado.

Durante o estágio, tive uma pequena formação ou uma explicação do novo programa Autodesk Revit Mep. Este programa permite de uma forma rápida e eficaz desenhar as condutas ou implantação de tubagens do projecto AVAC.

A realização da folha de cálculo da corrente admissível (I_z) foi umas das tarefas onde posso dizer que comecei praticamente do zero porque não tinha a mínima ideia por onde começar e sendo esta folha de cálculo muito complexa permitiu aplicar todos os comandos importantes para a realização de uma folha de cálculo e adquirir um bom conhecimento sobre realização de folhas de cálculo e aprofundar os conhecimentos sobre OpenOffice.

Este estágio teve muita importância para mim porque me permitiu adquirir imensos conhecimentos mas sobretudo porque permitiu desenvolver muitas capacidades pessoais que são extremamente importantes e que não se conseguem desenvolver nas aulas.

O balanço deste estágio é bastante positivo, tendo sido cumpridos na generalidade todos os objectivos propostos inicialmente, constituindo uma experiência que me valorizou imenso.

Depois do estágio, foi-me proposto um contrato de trabalho para continuar na empresa mas que por motivos pessoais não pude aceitar.

Referências

- [1] “*Manual ITED, prescrições e especificações técnicas das infra-estruturas de telecomunicações em edifícios*” ANACOM, Julho 2004.
- [2] Tavares de Pina, José Manuel Fresco, “*Acetatos da aula de ITED*”, ISEC 2006.
- [3] www.ispgaya.pt/eventos/ITED.ispgaya.pdf
- [4] geral.vng@eurocabos.pt
- [5] Direcção geral geologia e energia, “*Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão*” CERTIEL 2006.
- [6] – Lima Moraes, Josué; Gomes Pereira, José Marinho “*Guia Técnico das Instalações eléctricas*”, CERTIEL, 2006.
- [7] www.esac.pt
- [8] Tavares de Pina, José Manuel Fresco, “*Acetatos da aula de Instalação Eléctrica*”, ISEC 2006.
- [9] “*Regulamento das Características de Comportamento Térmico de Edifícios*”, Diário da Republica, 2006
- [10] Malça, João; Miraldo António, Santos, Luís “*Aulas de Instalação de Climatização e Refrigeração*”, ISEC, 2009.
- [11] Pina dos Santos, Carlos A.; Matias, Luís “*Coeficientes de transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos edifícios*” Lisboa, 2006.
- [12] Compilação Legislativa, “*Segurança Contra Incêndio em Edifícios*” Autoridade nacional de protecção civil, 1ª Edição 2009.
- [13] www.sinalux.com
- [14] www.bosch.pt

Anexos (Só em formato digital)

Anexos A – Projectos de telecomunicações

Anexo A1 – Projecto de telecomunicações de moradia unifamiliar

- Ficha técnica
- Implantação da rede de tubagens sótão
- Implantação da rede de tubagens piso 0
- Esquema da rede de tubagens
- Esquema da rede de cabos de pares de cobre
- Esquema da rede de cabos coaxiais
- Esquema da instalação eléctrica e da ligação à terra de protecção
- Simbologia

Anexo A2 - Quadro de dimensionamento

Anexo A3 – Projecto de telecomunicações de um prédio

- Ficha técnica
- Implantação da rede de tubagens [piso tipo]
- Implantação da rede de tubagens [piso 0]
- Implantação da rede de tubagens [cobertura]
- Esquemas das redes de tubagens
- Esquemas das redes de cabos coaxiais
- Esquemas das redes de cabos de pares de cobre
- Esquema da instalação eléctrica e da ligação à terra de protecção
- Simbologia

Anexo A4 - Níveis nas tomadas

Anexo A5 – Quadros de dimensionamento

- Fichas dos RG-PC
- Quadro dos cabos coaxiais – CATV
- Quadro dos cabos coaxiais – MATV
- Quadro dos cabos de pares de cobre
- Quadro das tubagens

Anexo A6 - Mapa de quantidade

Anexos B – Projectos de instalações eléctricas

Anexo B1 – Projecto de instalações eléctricas de um prédio

- Ficha electrotécnica
- Instalações colectivas e entradas e classificação dos locais [piso tipo]
- Instalações colectivas e entradas e classificação dos locais [piso 0]
- Instalações colectivas e entradas e classificação dos locais [cobertura]
- Iluminação normal e de segurança [piso tipo]
- Iluminação normal e de segurança [piso 0]
- Iluminação normal e de segurança [cobertura]
- Tomadas e alimentação de equipamentos específicos [piso tipo]
- Tomadas e alimentação de equipamentos específicos [piso 0]
- Tomadas e alimentação de equipamentos específicos [cobertura]
- Diagrama de quadro
- Quadro e caixas de colunas
- Quadro de entrada dos apartamentos e quadro de cobertura
- Quadros dos espaços comerciais e quadro de serviços comuns

Anexo B2 - Folha de cálculo

Anexo B3 – Projecto de instalações eléctricas de um edifício

- Ficha electrotécnica
- Caminho de cabos [piso 0]
- Caminho de cabos [piso 1]
- Caminho de cabos [piso -1]
- Instalações colectivas e entradas e classificação dos locais [piso 0]
- Instalações colectivas e entradas e classificação dos locais [piso 1]
- Instalações colectivas e entradas e classificação dos locais [piso -1]
- Iluminação normal e de segurança [piso 0]
- Iluminação normal e de segurança [piso 1]
- Iluminação normal e de segurança [piso -1]
- Tomadas normais [piso 0]
- Tomadas normais [piso 1]
- Tomadas normais [piso -1]
- Tomadas socorridas [piso 0]
- Tomadas socorridas [piso 1]

- Tomadas socorridas [piso -1]
- Diagrama de quadro
- Quadro de entrada e parciais (iluminação/tomadas normais)
- Quadro geral e parciais (tomadas socorridas)
- Simbologia geral

Anexo B4 - Folha de cálculo

Anexo B5 - Mapa de quantidade

Anexos C – Projectos de segurança conta incêndio

Anexo C1 – Projecto de segurança contra incêndio de um edifício cultural

- Ficha de segurança contra incêndio
- Iluminação de emergência, dispositivos de combate a incêndios, caminhos de evacuação e sinalética
- Caminhos de cabos
- Detecção de incêndio – dispositivos
- Videovigilância – dispositivos
- Detecção de intrusão – dispositivos
- Planta de emergência
- Placas

Anexo C2 - Características técnicas dos equipamentos

Anexo C3 – Projecto de segurança contra incêndio de um edifício residencial

- Ficha de segurança contra incêndio
- Caminhos de evacuação e identificação dos espaços – piso 0 e piso-1
- Identificação dos espaços – piso 1 e piso 2
- Iluminação de emergência, dispositivos de combate a incêndios e sinalética – piso 0 e piso -1
- Iluminação de emergência, dispositivos de combate a incêndios e sinalética – piso 1
- Detecção de incêndio – piso 0 e piso -1
- Detecção de incêndio – piso 1 e piso 2
- Esquema de detecção de incêndio
- Videovigilância – piso 0
- Detecção de intrusão – dispositivos-piso 0 e piso 1

- Esquema de detecção de intrusão
- Planta de emergência
- Placas

Anexo C4 - Características técnicas dos equipamentos

Anexo C5 - Mapa de quantidade

Anexos D – Software Revit MEP

Anexo D1 – Estrutura dos edifícios em revit MEP

- Planta
- Estrutura completa da moradia
- Espaços a climatizar
- Espaços a climatizar
- Canalizações e equipamentos
- Canalizações piso 5
- Canalizações sótão
- Corte 1
- Corte 2

Anexo D2 - Estrutura dos edifícios em revit MEP

- Armazém
- Corte 1
- Corte 2

Anexo D3 - Estrutura dos edifícios em revit MEP

- Estrutura da moradia
- Corte 1
- Corte 2

Anexo E - Folha de cálculo da corrente admissível - Iz